



PCU9655

16-channel U^Fm 5 MHz bus 100 mA 40 V LED driver

Rev. 1 – 2011 年 11 月 27 日

製品データシート

この日本語訳資料は、参考資料としてご提供しております。英語版のオリジナル資料は頻繁に更新されます。最終的なご確認は最新の英語版データシートをご参照ください。

1. はじめに

PCU9655 は U^Fm I²C 制御 16 チャンネル LED ドライバで、100 mA RGBA (Red/Green/Blue/Amber) LED の電圧スイッチディミングとブリンキング用に最適化されています。各 LED 出力には、およそ 31.25kHz で動作する独自の 8 ビット解像度 (256 ステップ) の固定周波数個別 PWM コントローラが実装されていて、デューティサイクルは 0% から 99.6% の範囲で LED の輝度を指定の値に設定できます。追加の 8 ビット解像度 (256 ステップ) グループ PWM コントローラは、およそ 122Hz の固定周波数および 15Hz から 16.8 秒ごとの間で調整可能な周波数の両方をサポートしています。またデューティサイクルは 0% から 99.6% の間で同じ値を使用してすべての LED のディミングまたはブリンキングを行います。

各 LED 出力はオフまたはオン (PWM コントロールなし) にするか、個別の PWM コントローラ値もしくは個別 / グループ両方の PWM コントローラ値で設定できます。PCU9655 は 3 V から 5.5 V の範囲の電源電圧で動作し、100 mA のオープンドレイン出力によって最大 40 V までをサポートします。

PCU9655 は新しい UltraFast-mode (U^Fm) ファミリの LED コントローラデバイスの 1 つで、より高い周波数 (最大 5MHz) をサポートします。

ソフトウェアプログラミングが可能な LED グループと 3 つのサブコール I²C バスアドレスによって、すべてのデバイスまたは定義されている PCU9655 デバイスグループは共通の I²C バスアドレスへ応答できるので、たとえばすべての赤 LED を同時にオン (またはオフ) にすることで、I²C バスコマンドを最小限に抑えられます。パワーアップ時、PCU9655 は固有のサブコールアドレスを使用して自らを 16 チャンネル LED ドライバとして識別するので、チャンネル幅が異なる複数のデバイスを組み合わせることが可能になります。また PCU9655 に実装されている 5 つのハードウェアアドレスピンを通じ、同じバスで最大 32 のデバイスをサポートできます。

ソフトウェアリセット (SWRST) 機能では、マスタは I²C バスを通じて PCU9655 のリセットを実行できます。これはレジスタをデフォルトの状態に初期化して出力電圧スイッチを OFF (LED オフ) にするパワーオンリセット (POR) 機能とまったく同じです。これによってすべてのデバイスレジスタを簡単かつ迅速に同じ状態へ再設定できます。

また内部ジャンクション温度が限度値を超えたときに熱シャットダウン機能がデバイスを保護します。



2. 特徴およびメリット

- 16のLEDドライバ。それぞれ出力プログラミングが可能：
 - ◆ オフ
 - ◆ オン
 - ◆ プログラミング可能 LED 輝度
 - ◆ プログラミング可能グループディミング/ブリンキング(個々のLED輝度と組合せ)
 - ◆ プログラミング可能 LED 出力による遅延 – EMI およびサージ電流の低減
- 16の出力チャンネル – 最大 100 mA のシンク、最大許容値 40 V (オフ時)
- 5 MHz Ultra Fast-mode 単方向インターフェース(書込み専用)
- 完全オフ(デフォルト)から 31.25kHz PWM 信号を使用した最大輝度まで、プログラミング可能な 256 ステップ(8 ビット)の線形の輝度調整
- 256 ステップのグループ輝度コントロールにより、完全なオフから最大輝度(デフォルト)までのディミング(122Hz PWM シグナルを使用)が可能
- 256 ステップの周波数プログラミング可能なグループブリンキング(15Hz から 16.8 秒)、デューティサイクル 0% から 99.6%
- 出力状態の変更は Acknowledge コマンド(ビット 9 – UFM I²C バスマスタによって常に 1 に設定)または STOP コマンドでプログラミング可能 – 出力をバイトごとに更新するかすべてを同時に更新(デフォルトでは STOP で変更)
- 5つのハードウェアアドレスピン – 32の PCU9655 デバイスを同じ UFM バスに接続し、個別にプログラミングが可能
- ソフトウェアプログラミング可能な4つの I²C バスアドレス(1つは LED グループコールアドレス、3つは LED サブコールアドレス) – デバイスのグループを任意の組合せで同時にアドレス指定可能(たとえば UFM バス上のすべての PCU9655 を同時にアドレス指定できるように1つのレジスタを 'All Call' に使用し、別のレジスタを3つの異なるアドレスに使用することによってバス上でグループ内の 1/3 のデバイスを同時にアドレス指定することが可能)。各プログラミング可能 UFM バスアドレスについてソフトウェアのオン/オフを切替え可能。
- 固有のパワーアップデフォルトサブコールアドレス – チャンネル幅が異なる複数のデバイスの組合せをサポート可能。
- ソフトウェアリセット機能(SWRST Call): UFM バスを通じたデバイスのリセットが可能。
- 外部コンポーネント不要の 8 MHz 内蔵オシレータ
- 内部パワーオンリセット
- ノイズフィルター(USDA/USCL 入力)
- パワーアップ時グリッチのない LED 出力
- 熱シャットダウンによる熱保護
- 動作電源電圧(V_{DD}): 3V ~ 5.5V
- 5.5 V 許容入力(非 LED ピン)
- -40 °C ~ +85 °C で動作
- ESD 保護性能: 2000V HBM 以上 (JESD22-A114)、1000V CDM 以上 (JESD22-C101)
- JEDEC 標準 JESD78 Class II, Level B のラッチアップ試験済み
- パッケージ: TSSOP28

3. アプリケーション

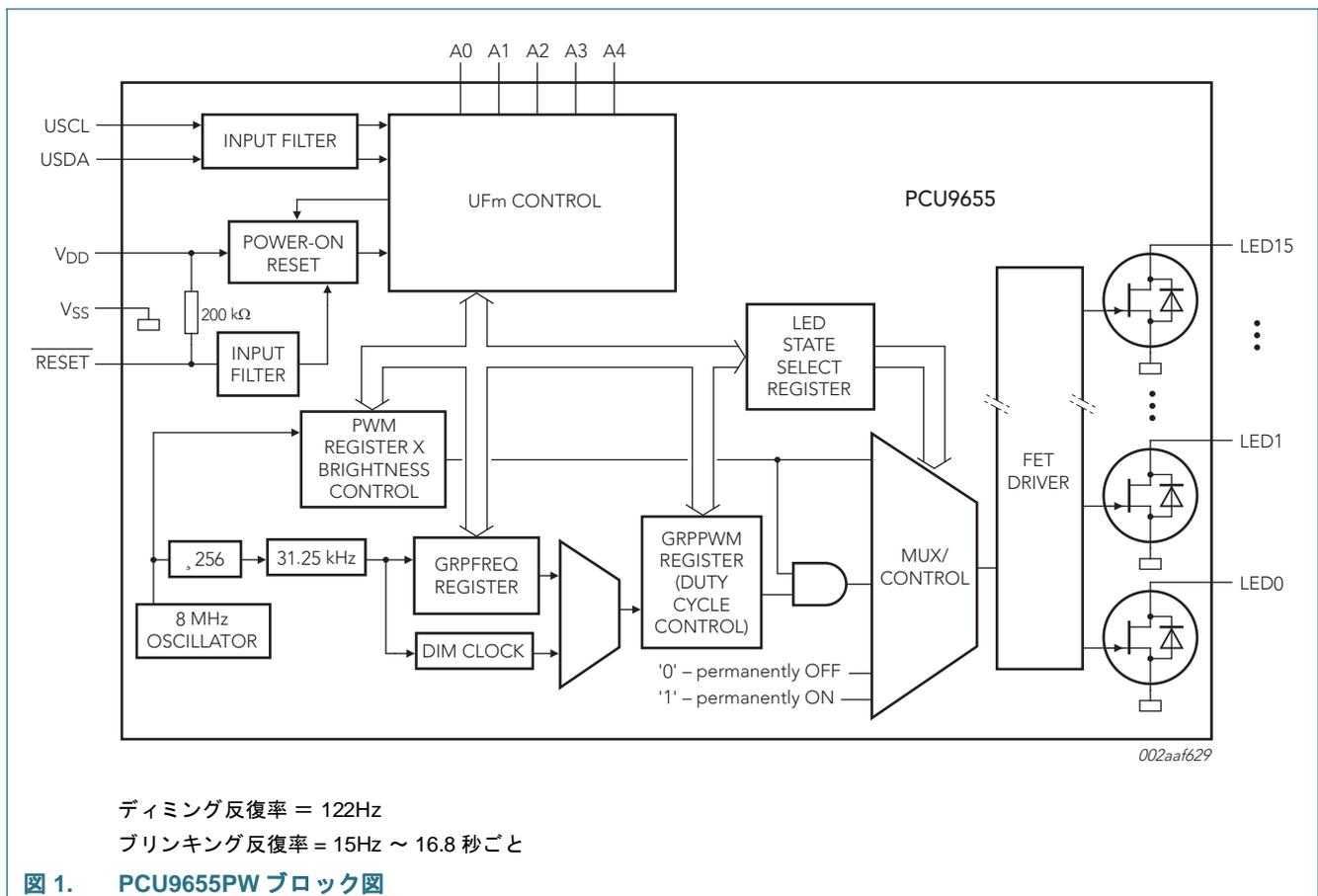
- アミューズメント製品
- RGBドライバまたはRGBA LEDドライバ
- LEDステータス情報
- LEDディスプレイ
- LCDバックライト
- キーパッドバックライト (携帯電話または携帯デバイス)

4. オーダー関連情報

表 1. オーダー関連情報

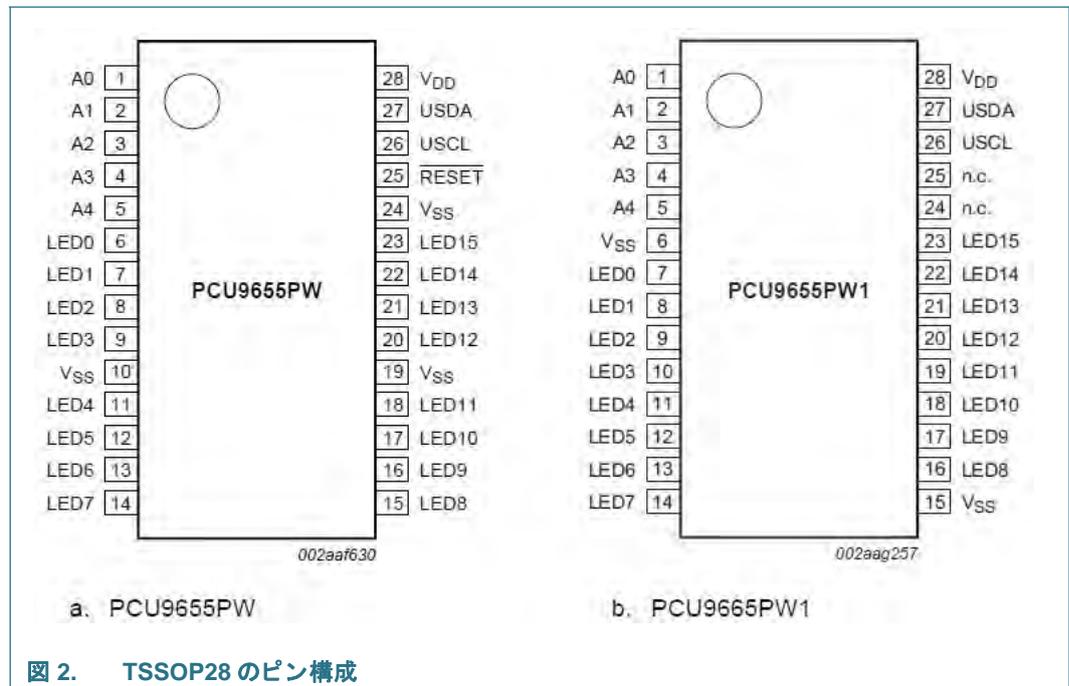
タイプ	上部マーク	パッケージ		バージョン
		名称	説明	
PCU9655PW	PCU9655PW	TSSOP28	プラスチック薄型シュリンクスモールアウトラインパッケージ、28 リード、ボディ幅 4.4mm	SOT361-1
PCU9655PW1	PCU96551	TSSOP28	プラスチック薄型シュリンクスモールアウトラインパッケージ、28 リード、ボディ幅 4.4mm	SOT361-1

5. ブロック図



6. ピンニング情報

6.1 ピンニング



6.2 ピンの説明

表 2. ピンの説明

シンボル	ピン		タイプ	説明
	PCU9655PW	PCU9655PW1		
A0	1	1	I	アドレス入力 0 ^[1]
A1	2	2	I	アドレス入力 1 ^[1]
A2	3	3	I	アドレス入力 2 ^[1]
A3	4	4	I	アドレス入力 3 ^[1]
A4	5	5	I	アドレス入力 4 ^[1]
LED0	6	7	O	LED ドライバ 0
LED1	7	8	O	LED ドライバ 1
LED2	8	9	O	LED ドライバ 2
LED3	9	10	O	LED ドライバ 3
V _{SS}	10, 19, 24	6, 15	グランド	電源グランド
LED4	11	11	O	LED ドライバ 4
LED5	12	12	O	LED ドライバ 5
LED6	13	13	O	LED ドライバ 6
LED7	14	14	O	LED ドライバ 7
LED8	15	16	O	LED ドライバ 8
LED9	16	17	O	LED ドライバ 9
LED10	17	18	O	LED ドライバ 10
LED11	18	19	O	LED ドライバ 11
LED12	20	20	O	LED ドライバ 12

表 2. ピンの説明 / 続き

シンボル	ピン		タイプ	説明
	PCU9655PW	PCU9655PW1		
LED13	21	21	O	LED ドライバ 13
LED14	22	22	O	LED ドライバ 14
LED15	23	23	O	LED ドライバ 15
RESET	25	-	I	アクティブ LOW リセット入力
n.c.	-	24, 25	-	接続不可、予約済入力
USCL	26		I	UFm シリアルクロックライン
USDA	27		I/O	UFm シリアルデータライン
V _{DD}	28		電源	電源電圧

[1] 最高のシステムレベル ESD パフォーマンスを実現するため、V_{DD} に接続されているアドレスピンには標準のプルアップ抵抗 (10 kΩ ティピカル) が必要です。システムレベル ESD パフォーマンスの詳細は、アプリケーションノート『AN10897』と『AN11131』を参照してください。

7. 機能説明

図 1 「PCU9655PW ブロック図」を参照してください。

7.1 デバイスアドレス

START 条件に続き、バスマスタはアクセスしているスレーブのアドレスを出力しなければなりません。

PCU9655 の場合、5 つのハードウェアアドレスピン A[4:0] を通じたプログラミング可能なアドレスは最大 32 あります。

7.1.1 通常の UFm I²C スレーブアドレス

下図 (図 3) は PCU9655 の I²C バススレーブアドレスです。電力節約のため、ハードウェア選択可能アドレスピンに内部プルアップレジスタは実装されていないので、HIGH または LOW を外部的に設定しなければなりません。

注意: 予約されている I²C バスアドレスは下記の各要素と干渉する恐れがあるため、その使用には十分注意する必要があります。

- 「将来の使用のため予約されている」I²C バスアドレス (0000 011, 1111 1XX)
- 10 ビットアドレススキームを使用するスレーブデバイス (1111 0XX)
- 一般コール (General Call) アドレスへ応答するようにデザインされているスレーブデバイス (0000 000)
- 高速モード (Hs-mode) マスタコード (0000 1XX)

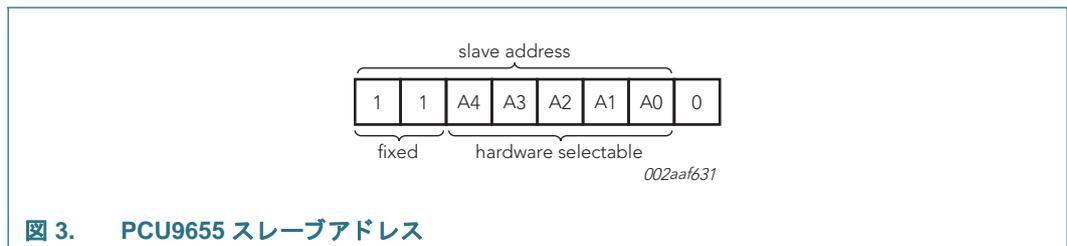


図 3. PCU9655 スレーブアドレス

アドレスバイトの最後のビットは、実行する処理を定義します。サポートされているのは PCU9655 への書込みのみなので、最終ビットは「0」に設定します。

7.1.2 LED All Call UfM I²C バスアドレス

- デフォルトのパワーアップ値 (ALLCALLADR レジスタ) : A0h または 1010 000X
- I²C バスを通じてプログラミングが可能 (揮発性プログラミング)
- LED All Call I²C バスアドレスはパワーアップ時に有効化

詳細は [7.3.9 章「ALLCALLADR、LED All Call I²C バスアドレス」](#) を参照してください。

注意: デフォルトの LED All Call I²C バスアドレスは (A0h または 1010 000X) パワーアップ時に有効化されるので、通常の I²C バススレーブアドレスとして使用することはできません。I²C バスマスタから送信された場合、UfM I²C バス上のすべての PCU9655 がこのアドレスに応答します。

7.1.3 LED Sub Call UfM I²C バスアドレス

- 3つの異なる I²C バスアドレスを使用できます。
- デフォルトパワーアップ値
 - SUBADR1 レジスタ : ACh or 1010 110X
 - SUBADR2 レジスタ : ACh or 1010 110X
 - SUBADR3 レジスタ : ACh or 1010 110X
- UfM I²C バスを通じてプログラミングが可能 (揮発性プログラミング)
- パワーアップ時、SUBADR1 バスアドレスは有効化されますが SUBADR2 および SUBADR3 I²C は無効なままです。

注意: パワーアップ時、SUBADR1 はこのデバイスを 16 チャンネルドライバとして認識します。

詳細は [7.3.8 章「PCU9655 用 SUBADR\[3:1\] LED Sub Call UfM I²C バスアドレス」](#) を参照してください。

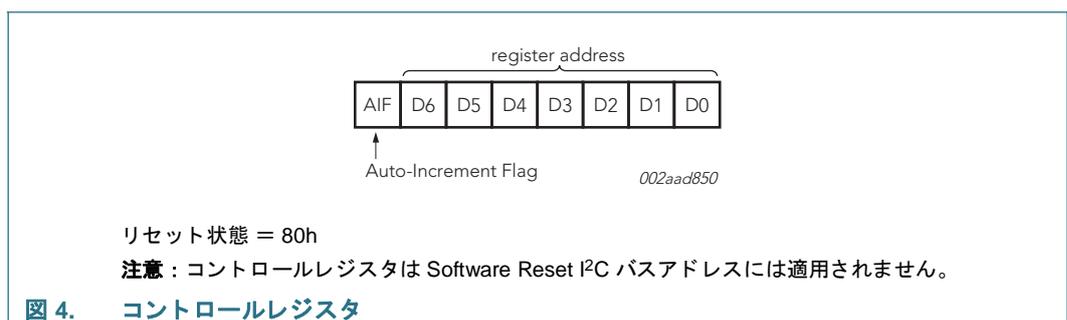
注意: デフォルトの LED サブコール I²C バスアドレスは、MODE1 レジスタのビット [3:1] = 000 で無効化されている限り I²C バススレーブアドレスとして使用できます。

7.2 コントロールレジスタ

スレーブアドレスまたは LED All Call アドレスか LED Sub Call アドレスに続けて、バスマスタは PCU9655 にバイトを送信します。このバイトはコントロールレジスタに格納されます。

最下位の 7 ビットは、アクセスするレジスタを決定するポインタとして使用されます (D[6:0])。最上位ビットは自動増分フラグ (AIF: Auto-Increment Flag) として使用されます。デフォルトでは、AIF はパワーアップ時に有効化されます。

この AIF ビットおよび MODE1 レジスタビット 5 とビット 6 は自動増分機能を提供します。



Auto-Increment Flag を設定すると (AIF = 1)、コントロールレジスタの下位 7 ビットは書込み後に自動的に増分されます。これによってレジスタをシーケンシャルにプログラミングできます。MODE1 レジスタの AI1 および AI0 の値によって、4 つのタイプの自動増分を設定できます。

表 3. 自動増分 (Auto-Increment) オプション

AIF	AI1 ^[1]	AI0 ^[1]	機能
0	0	0	自動増分なし
1	0	0	レジスタの自動増分 (00h ~ 41h)。レジスタ (41h) へのアクセス後、D[6:0] を 00h へロールオーバー
1	0	1	個々の輝度レジスタのみの自動増分 (0Ah ~ 19h)。最後のレジスタ (19h) へのアクセス後、D[6:0] を 0Ah へロールオーバー
1	1	0	MODE1 から PWM15 コントロールレジスタへの自動増分 (00h ~ 19h)。最後のレジスタ (19h) へのアクセス後、D[6:0] を 00h へロールオーバー
1	1	1	グローバルコントロールレジスタおよび個別の輝度レジスタの自動増分 (08h ~ 19h)。最後のレジスタ (19h) へのアクセス後、D[6:0] を 08h へロールオーバー

[1] AI1 と AI0 は MODE1 レジスタから送信されます。

注意: 表 3 に表示されていない他の組合せ (AIF + AI[1:0] = 001b、010b、011b、111b) は予約済みで、デバイスの正しい動作のためには使用できません。

AIF + AI[1:0] = 000b は、たとえば単一の LED の輝度を変更する場合など、1 回の I²C バス通信で同じレジスタへ複数回アクセスしなければならない場合に使用します。書込み処理の間、レジスタへのアクセスごとにデータは上書きされます。

AIF + AI[1:0] = 100b は、たとえばパワーアッププログラミングなど、42h PWMALL レジスタを除くすべてのレジスタへシーケンシャルにアクセスしなければならない場合に使用します。

AIF + AI[1:0] = 101b は、たとえば色設定を別の色設定に変更する場合など、同じ I²C バス通信で 16 の LED ドライバを異なる値へ個別にプログラミングしなければならない場合に使用します。

AIF + AI[1:0] = 110b は、MODE1 から PWM15 のレジスタを同じ I²C バス通信で異なる設定へプログラミングしなければならない場合に使用します。

AIF + AI[1:0] = 111b は、グローバルプログラミングに加えて 16 の LED ドライバを異なる値にプログラミングしなければならない場合に使用します。

AI、AI1、AI0 ビットの影響を受けるのは 7 つの最下位ビットのみです。

コントロールレジスタへの書込み時、D[6:0] が決定するレジスタのエントリポイントはアドレス指定される最初のレジスタで (書込み)、00h と 41h の間のいずれかになります (表 4 を参照)。AIF = 1 の場合、Auto-Increment Flag が設定され、レジスタが増分を停止し次のレジスタへ進むロールオーバー値が AI、AI1、AI0 によって決まります。ロールオーバー値の詳細は表 3 を参照してください。たとえば MODE1 レジスタビットが AI1 = 0 と AI0 = 1 でコントロールレジスタが 1001 0000 の場合、レジスタのアドレス指定順序は次のようになります (16 進)。

10 → 11 → ... → 19 → 0A → 0B → ... → 19 → 0A → 0B → ... (マスタがデータを書き込んでいる限り)

MODE1 レジスタビットが AI1 = 0 と AI0 = 1 でコントロールレジスタが 1010 0010 の場合、レジスタのアドレス指定順序は次のようになります (16 進)。

22 → 23 → ... → 41 → 00 → 01 → ... → 19 → 0A → 0B → ... (マスタがデータを書き込んでいる限り)

MODE1 レジスタビットが AI1 = 0 と AI0 = 1 でコントロールレジスタが 1000 0101 の場合、レジスタのアドレス指定順序は次のようになります（16 進）。
05 → 06 → ... → 19 → 0A → 0B → ... → 19 → 0A → 0B → ...（マスタがデータを書き込んでいる限り）

7.3 レジスタの定義

表 4. レジスタ概要 [1]

レジスタ番号 (16 進)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	名称	タイプ	機能
00h	0	0	0	0	0	0	0	MODE1	書き込み専用	モードレジスタ 1
01h	0	0	0	0	0	0	1	MODE2	書き込み専用	モードレジスタ 2
02h	0	0	0	0	0	1	0	LEDOUT0	書き込み専用	LED 出力ステータス 0
03h	0	0	0	0	0	1	1	LEDOUT1	書き込み専用	LED 出力ステータス 1
04h	0	0	0	0	1	0	0	LEDOUT2	書き込み専用	LED 出力ステータス 2
05h	0	0	0	0	1	0	1	LEDOUT3	書き込み専用	LED 出力ステータス 3
06h	0	0	0	0	1	1	0	-	書き込み専用	未使用 [1]
07h	0	0	0	0	1	1	1	-	書き込み専用	未使用 [1]
08h	0	0	0	1	0	0	0	GRPPWM	書き込み専用	グループデューティサイクル コントロール
09h	0	0	0	1	0	0	1	GRPFREQ	書き込み専用	グループ周波数
0Ah	0	0	0	1	0	1	0	PWM0	書き込み専用	輝度コントロール LED0
0Bh	0	0	0	1	0	1	1	PWM1	書き込み専用	輝度コントロール LED1
0Ch	0	0	0	1	1	0	0	PWM2	書き込み専用	輝度コントロール LED2
0Dh	0	0	0	1	1	0	1	PWM3	書き込み専用	輝度コントロール LED3
0Eh	0	0	0	1	1	1	0	PWM4	書き込み専用	輝度コントロール LED4
0Fh	0	0	0	1	1	1	1	PWM5	書き込み専用	輝度コントロール LED5
10h	0	0	1	0	0	0	0	PWM6	書き込み専用	輝度コントロール LED6
11h	0	0	1	0	0	0	1	PWM7	書き込み専用	輝度コントロール LED7
12h	0	0	1	0	0	1	0	PWM8	書き込み専用	輝度コントロール LED8
13h	0	0	1	0	0	1	1	PWM9	書き込み専用	輝度コントロール LED9
14h	0	0	1	0	1	0	0	PWM10	書き込み専用	輝度コントロール LED10
15h	0	0	1	0	1	0	1	PWM11	書き込み専用	輝度コントロール LED11
16h	0	0	1	0	1	1	0	PWM12	書き込み専用	輝度コントロール LED12
17h	0	0	1	0	1	1	1	PWM13	書き込み専用	輝度コントロール LED13
18h	0	0	1	1	0	0	0	PWM14	書き込み専用	輝度コントロール LED14
19h	0	0	1	1	0	0	1	PWM15	書き込み専用	輝度コントロール LED15
1Ah から 39h	-	-	-	-	-	-	-	-	書き込み専用	未使用 [1]
3Ah	0	1	1	1	0	1	0	OFFSET	書き込み専用	LEDn 出力オフセット / 遅延
3Bh	0	1	1	1	0	1	1	SUBADR1	書き込み専用	I ² C バスサブアドレス 1
3Ch	0	1	1	1	1	0	0	SUBADR2	書き込み専用	I ² C バスサブアドレス 2
3Dh	0	1	1	1	1	0	1	SUBADR3	書き込み専用	I ² C バスサブアドレス 3
3Eh	0	1	1	1	1	1	0	ALLCALLADR	書き込み専用	All Call I ² C バスアドレス
3Fh	0	1	1	1	1	1	1	RESERVED1	書き込み専用	reserved [2]
40h	1	0	0	0	0	0	0	RESERVED2	書き込み専用	reserved [2]
41h	1	0	0	0	0	0	1	RESERVED3	書き込み専用	reserved [2]
42h	1	0	0	0	0	1	0	PWMALL	書き込み専用	全 LEDn の輝度コントロール
43h から 7Fh	-	-	-	-	-	-	-	-	書き込み専用	未使用 [1]

- [1] 注意：「未使用」のレジスタへの書込みは無視されます。
- [2] 注意：「予約済」のレジスタへの書込みは、チップの機能に一切影響しません。

7.3.1 MODE1 — モードレジスタ 1

表 5. MODE1 — モードレジスタ 1 (アドレス 00h) ビットの説明

凡例：* デフォルト値

ビット	シンボル	アクセス	値	説明
7	AIF	-	-	未使用
6	AI1	書込み専用	0*	Auto-Increment ビット 1 = 0。自動増分範囲の定義は表 3 を参照。
			1	Auto-Increment ビット 1 = 1。自動増分範囲の定義は表 3 を参照。
5	AI0	書込み専用	0*	Auto-Increment ビット 0 = 0。自動増分範囲の定義は表 3 を参照。
			1	Auto-Increment ビット 0 = 1。自動増分範囲の定義は表 3 を参照。
4	SLEEP	書込み専用	0*	通常モード [1]
			1	低電力モード。オシレータオフ [2]
3	SUB1	書込み専用	0	PCU9655 は I ² C バスサブアドレス 1 に応答しません。
			1*	PCU9655 は I ² C バスサブアドレス 1 に応答します。
2	SUB2	書込み専用	0*	PCU9655 は I ² C バスサブアドレス 2 に応答しません。
			1	PCU9655 は I ² C バスサブアドレス 2 に応答します。
1	SUB3	書込み専用	0*	PCU9655 は I ² C バスサブアドレス 3 に応答しません。
			1	PCU9655 は I ² C バスサブアドレス 3 に応答します。
0	ALLCALL	書込み専用	0	PCU9655 は LED All Call I ² C バスアドレスに応答しません。
			1*	PCU9655 は LED All Call I ² C バスアドレスに応答します。

- [1] SLEEP ビットがロジック 1 に設定されている場合、オシレータの動作には 500 μs (最大) が必要です。PWMx、GRPPWM または GRPFREQ レジスタが 500 μs の枠内でアクセスされる場合、LEDn 出力のタイミングは保証されません。
- [2] オシレータがオフの場合、プリンキングとディミングは実行できません。

7.3.2 MODE2 — モードレジスタ 2

表 6. MODE2 — モードレジスタ 2 (アドレス 01h) ビットの説明

凡例：* デフォルト値

ビット	シンボル	アクセス	値	説明
7	-	-	-	未使用
6	-	-	-	未使用
5	DMBLNK	書込み専用	0*	グループコントロール = ディミング
			1	グループコントロール = プリンキング
4	-	-	0*	reserved
3	OCH	書込み専用	0*	STOP コマンドで出力変更 [1]
			1	9 番目のクロックサイクルで出力変更 (USCL)
2	-	-	1*	reserved
1	-	-	0*	reserved
0	-	-	1*	reserved

- [1] STOP コマンドで出力を変更することによって、複数の PCU9655 の出力を同期化できます。02h (LEDOUT0) から 3Ah (OFFSET) のレジスタのみに適用可能。

7.3.3 LEDOUT0 から LEDOUT3、LED ドライバ出力ステータス

表 7. LEDOUT0 から LEDOUT3 – LED ドライバ出力ステータスレジスタ (アドレス 02h から 05h) ビットの説明

凡例: * デフォルト値

アドレス	レジスタ	ビット	シンボル	アクセス	値	説明
02h	LEDOUT0	7:6	LDR3	書込み専用	00*	LED3 出力ステータス コントロール
		5:4	LDR2	書込み専用	00*	LED2 出力ステータス コントロール
		3:2	LDR1	書込み専用	00*	LED1 出力ステータス コントロール
		1:0	LDR0	書込み専用	00*	LED0 出力ステータス コントロール
03h	LEDOUT1	7:6	LDR7	書込み専用	00*	LED7 出力ステータス コントロール
		5:4	LDR6	書込み専用	00*	LED6 出力ステータス コントロール
		3:2	LDR5	書込み専用	00*	LED5 出力ステータス コントロール
		1:0	LDR4	書込み専用	00*	LED4 出力ステータス コントロール
04h	LEDOUT2	7:6	LDR11	書込み専用	00*	LED11 出力ステータス コントロール
		5:4	LDR10	書込み専用	00*	LED10 出力ステータス コントロール
		3:2	LDR9	書込み専用	00*	LED9 出力ステータス コントロール
		1:0	LDR8	書込み専用	00*	LED8 出力ステータス コントロール
05h	LEDOUT3	7:6	LDR15	書込み専用	00*	LED15 出力ステータス コントロール
		5:4	LDR14	書込み専用	00*	LED14 出力ステータス コントロール
		3:2	LDR13	書込み専用	00*	LED13 出力ステータス コントロール
		1:0	LDR12	書込み専用	00*	LED12 出力ステータス コントロール

LDRx = 00 – LED ドライバ x はオフ (デフォルトパワーアップステータス)

LDRx = 01 – LED ドライバ x は完全にオン (個別の輝度とグループディミング/ブリンキングのコントロールなし)

LDRx = 10 – LED ドライバ x の個別の輝度は PWMx レジスタによりコントロール可能

LDRx = 11 – LED ドライバ x の個別の輝度とグループディミング/ブリンキングは PWMx レジスタおよび GRPPWM レジスタによりコントロール可能

7.3.4 GRPPWM、グループデューティサイクルコントロール

表 8. GRPPWM – グループ輝度コントロールレジスタ (アドレス 08h) ビットの説明

凡例: * デフォルト値

アドレス	レジスタ	ビット	シンボル	アクセス	値	説明
08h	GRPPWM	7:0	GDC[7:0]	書込み専用	1111 1111*	GRPPWM レジスタ

DMBLNK ビット (MODE2 レジスタ) をロジック 0 でプログラミングした場合、122 Hz 固定周波数シグナルは個別輝度コントロールシグナル 32.15kHz とスーパーインポーズします。ここでグローバル輝度コントロールとして GRPPWM が使用され、同じ値で LED 出力のディミングを実行できます。GRPFREQ の値は「Don't care」となります。

16 の出力の全般の輝度は 00h (0% デューティサイクル = LED 出力オフ) から FFh (99.6% デューティサイクル = 最大輝度) への 256 のリニアステップでコントロールできます。LDRx = 11 (レジスタ LEDOUT0 から LEDOUT3) でプログラミングされた LED 出力に適用できます。

DMBLNK ビットをロジック 1 でプログラミングした場合、GRPPWM と GRPFREQ レジスタはグローバルブリンクパターンを定義します。GRPFREQ にはブリンク周期 (15 Hz から 16.8 秒)、GRPPWM にはデューティサイクル (ON/OFF 比率の%) が格納されます。

$$duty\ cycle = \frac{GDC[7:0]}{256} \tag{1}$$

7.3.5 GRPFREQ、グループ周波数

表 9. GRPFREQ – グループ周波数レジスタ (アドレス 09h) ビットの説明

凡例: * デフォルト値

アドレス	レジスタ	ビット	シンボル	アクセス	値	説明
09h	GRPFREQ	7:0	GFRQ[7:0]	書込み専用	0000 0000*	GRPFREQ レジスタ

GRPFREQ は、DMBLNK ビット (MODE2 レジスタ) が「1」の場合のグローバルブリンク周期のプログラミングに使用します。DMBLNK = 0 のとき、このレジスタの値は「Don't care」です。LDRx = 11 (レジスタ LEDOUT0 から LEDOUT3) でプログラミングされた LED 出力に適用できます。

ブリンクの周期は 00h (67 ms、周波数 15 Hz) から FFh (16.8 秒) への 256 のリニアステップでコントロールできます。

$$global\ blinking\ period = \frac{GFRQ[7:0] + 1}{15.26} (s) \tag{2}$$

注意: ブリンクのタイミングの精度はおおよそ ±<tbid> % です。

7.3.6 PWM0 から PWM15、個別輝度コントロール

表 10. PWM0 から PWM15 – PWM レジスタ 0 から 15 (アドレス 0Ah から 19h) ビットの説明

凡例: * デフォルト値

アドレス	レジスタ	ビット	シンボル	アクセス	値	説明
0Ah	PWM0	7:0	IDC0[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM0 個別デューティサイクル
0Bh	PWM1	7:0	IDC1[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM1 個別デューティサイクル
0Ch	PWM2	7:0	IDC2[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM2 個別デューティサイクル
0Dh	PWM3	7:0	IDC3[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM3 個別デューティサイクル
0Eh	PWM4	7:0	IDC4[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM4 個別デューティサイクル
0Fh	PWM5	7:0	IDC5[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM5 個別デューティサイクル
10h	PWM6	7:0	IDC6[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM6 個別デューティサイクル

表 10. PWM0 から PWM15 – PWM レジスタ 0 から 15 (アドレス 0Ah から 19h) ビットの説明 / 続き

アドレス	レジスタ	ビット	シンボル	アクセス	値	説明
11h	PWM7	7:0	IDC7[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM7 個別デューティサイクル
12h	PWM8	7:0	IDC8[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM8 個別デューティサイクル
13h	PWM9	7:0	IDC9[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM9 個別デューティサイクル
14h	PWM10	7:0	IDC10[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM10 個別デューティサイクル
15h	PWM11	7:0	IDC11[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM11 個別デューティサイクル
16h	PWM12	7:0	IDC12[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM12 個別デューティサイクル
17h	PWM13	7:0	IDC13[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM13 個別デューティサイクル
18h	PWM14	7:0	IDC14[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM14 個別デューティサイクル
19h	PWM15	7:0	IDC15[7:0]	書込み専用	0000 0000*	PWM15 個別デューティサイクル

各出力には 31.25 kHz の固定周波数シグナルが使用されます。デューティサイクルは 00h (0 % デューティサイクル = LED 出力オフ) から FFh (99.6 % デューティサイクル = 最大輝度 LED 出力) の 256 のリニアステップでコントロールされます。LDRx = 10 または 11 (レジスタ LEDOUT0 から LEDOUT3) でプログラミングされた LED 出力に適用できます。

$$duty\ cycle = \frac{IDC_x[7:0]}{256} \tag{3}$$

7.3.7 OFFSET – LEDn 出力遅延オフセットレジスタ

表 11. OFFSET – LEDn 出力遅延オフセットレジスタ (アドレス 3Ah) ビットの説明

凡例: * デフォルト値

アドレス	レジスタ	ビット	アクセス	値	説明
3Ah	OFFSET	7:4	-	0000h*	未使用
		3:0	書込み専用	1000h*	LEDn 出力遅延オフセットファクタ

PCU9655 は、LED 出力間でターンオン遅延をプログラミングできます。これによって V_{DD} 電源のピーク電流を削減するとともに EMI を軽減できます。

LED 出力のターンオンの順序は常に同じです (チャンネル 0 が最初でチャンネル 15 が最後)。

OFFSET コントロールレジスタビット [3:0] によって、次のようにターンオン時間の遅延間隔が決まります。

- 0000 = 出力間の遅延なし (すべて同時にオン / オフ)
- 0001 = 連続する出力間で 1 クロックサイクルの遅延 (125 ns)
- 0010 = 連続する出力間で 2 クロックサイクルの遅延 (250 ns)
- 0011 = 連続する出力間で 3 クロックサイクルの遅延 (375 ns)
- :
- 1111 = 連続する出力間で 15 クロックサイクルの遅延 (1.875 μs)

注意: OFFSETレジスタの値が「1000」の場合、対応する遅延は 8×125 ns で、連続する出力間で $1 \mu\text{s}$ の遅延になります。

チャンネル 0 が $0 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 1 が $1 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 2 が $2 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 3 が $3 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 4 が $4 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 5 が $5 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 6 が $6 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 7 が $7 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 8 が $8 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 9 が $9 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 10 が $10 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 11 が $11 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 12 が $12 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 13 が $13 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 14 が $14 \mu\text{s}$ にターンオン
 チャンネル 15 が $15 \mu\text{s}$ にターンオン

7.3.8 PCU9655 用 SUBADR[3:1] LED Sub Call UFM I²C バスアドレス

表 12. SUBADR1 から SUBADR3 – I²C バスサブアドレスレジスタ 1 から 3 (アドレス 3Bh から 3Dh) ビットの説明

凡例: * デフォルト値

アクセス	レジスタ	ビット	シンボル	アクセス	値	説明
3Bh	SUBADR1	7:1	A1[7:1]	書込み専用	1010 110*	I ² C バスサブアドレス 1
		0	A1[0]	書込み専用	0*	reserved
3Ch	SUBADR2	7:1	A2[7:1]	書込み専用	1010 110*	I ² C バスサブアドレス 2
		0	A2[0]	書込み専用	0*	reserved
3Dh	SUBADR3	7:1	A3[7:1]	書込み専用	1010 110*	I ² C バスサブアドレス 3
		0	A3[0]	書込み専用	0*	reserved

デフォルトのパワーアップ値は ACh、ACh、ACh です。パワーアップ時、SUBADR1 バスアドレスは有効化されますが SUBADR2 および SUBADR3 は無効なままです。ACh のパワーアップデフォルトビットサブアドレスは、このデバイスが 16 チャンネル LED ドライバであることを示します。

3 つのサブアドレスはすべてプログラミング可能で、これらのサブアドレスに正しい値を設定したら MODE1 レジスタ (00h) の SUBx ビットをロジック 1 に設定し、デバイスがこれらのアドレスへ応答するようにしなければなりません。SUBx をロジック 1 に設定したら、対応するバスサブアドレスを UFM I²C バス書込みシーケンス時に使用できます。

7.3.9 ALLCALLADR、LED All Call I²C バスアドレス

表 13. ALLCALLADR – LED All Call I²C バスアドレスレジスタ (アドレス 3Eh) ビットの説明

凡例: * デフォルト値

アドレス	レジスタ	ビット	シンボル	アクセス	値	説明
3Eh	ALLCALLADR	7:1	AC[7:1]	書込み専用	1010 000*	ALLCALL I ² C バスアドレスレジスタ
		0	AC[0]	書込み専用	0*	reserved

LED All Call I²C バスアドレスによって、バス上のすべての PCU9655 を同時にプログラミングできます (レジスタ MODE1 の ALLCALL ビットはロジック 1 であることが必要 (パワーアップデフォルトステータス))。このアドレスは I²C バスを通じてプログラミングでき、I²C バス書込みシーケンス時に使用できます。このレジスタアドレスは、Sub Call としてプログラミングすることも可能です。

All Call I²C バスアドレスを表す 7 MSB のみが有効です。ALLCALLADR レジスタの LSB は「0」です。

7.3.10 RESERVED1

このレジスタは予約済です。

7.3.11 RESERVED2, RESERVED3

これらのレジスタは予約済です。

7.3.12 PWMALL — 全 LED_n 出力の輝度コントロール

プログラミングした場合、このレジスタの値はすべての LED_n 出力の PWM デューティサイクルに使用されます。

表 14. PWMALL — 全 LED_n 出力レジスタの輝度コントロール (アドレス 42h) ビットの説明
凡例: * デフォルト値

アドレス	レジスタ	ビット	アクセス	値	説明
42h	PWMALL	7:0	書込み専用	0000 0000h*	全 LED _n 出力のデューティサイクル

注意: PWM0 から PWM15 までのいずれかのレジスタへの書込みによって、対応する PWM_n レジスタの値が上書きされます。

7.3.13 過熱保護

PCU9655 チップの温度が限度値を超えると ($T_{th(otp)}$ 、[表 17](#))、限度からヒステリシスを差し引いた温度に下がるまで (T_{hys} 、[表 17](#) を参照)、すべての出力チャネルはオフとなります。ダイの温度が $T_{th(otp)} - T_{hys}$ よりも下がると、チップは過熱状態の前と同じ状態に戻ります。

7.4 パワーオンリセット

V_{DD} に電力が供給されると、内部のパワーオンリセット機能によって PCU9655 は V_{DD} が V_{POR} に達するまでリセット状態に置かれます。 V_{POR} に達するとリセット状態が解除され、PCU9655 レジスタと I²C バスステートマシンはデフォルトステータスに初期化され (すべてゼロ)、すべてのチャネルの選択が解除されます。その後、 V_{DD} は 1 V 以下で 20 μ s 以上 LOW 状態にあることが必要です。デバイスは自己リセットし、1 ms で完全にウェイクアップします。

7.5 ハードウェアリセット復旧

\overline{RESET} ピンでアクティブ LOW 入力によって PCU9655 のリセットを有効化する場合、最低 2.5 μ s のリセットパルス幅が必要になります。 \overline{RESET} ピンの後の最大待ち時間は 2 ms です (ティピカル)。

7.6 ソフトウェアリセット

ソフトウェアリセットコール (SWRST コール) によって、指定形式の I²C- バスコマンドを通じて、I²C バスのすべてのデバイスをパワーアップ状態の値にリセットできます。

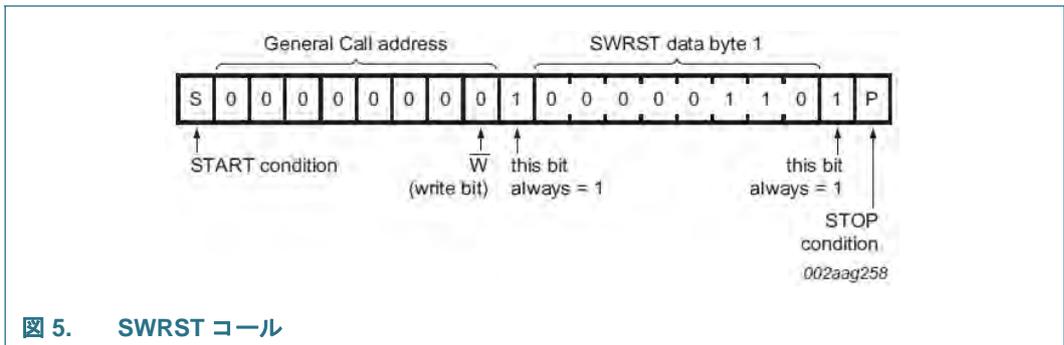
ソフトウェアリセット後の最大待ち時間は 1 ms (通常) です。

SWRST コールのプロセスは次のとおりです。

1. UFm I²C バスマスタが START コマンドを送信。
2. UFm I²C バスマスタが、R/W ビットが「0」(書込み) に設定された予約済の一般コール (General Call) アドレス「0000 000」を送信。
3. PCU9655 は UFm I²C バスデバイスなので、I²C バスマスタにアクノリッジは返信されません。
4. General Call アドレスの送信後、マスタは特定の値 (Byte 1 = 06h) で 1 バイトを送信します (SWRST データバイト 1)。

1 バイトを超えるデータが送信された場合、PCU9655 はこのデータを無視します。
5. 正しいバイト (SWRST データタイプ 1) が送信された後、マスタは STOP コマンドを送信して SWRST 機能を終了します。次に PCU9655 はデフォルト値へリセットし (パワーアップ値)、指定のバスのフリー時間 (t_{BUF}) 内にあらためてアドレス指定できる状態になります。

注意: リセットステージは、内部のオシレータがオフになった待機状態でもあります。SLEEP ビットがロジック 1 に設定されている場合、オシレータの動作には 500 μs が必要です。500 μs の枠内で PWM レジスタにアクセスすることはできません。



7.7 グループディミング/ブリンキングによる個別の輝度コントロール

各 LED の輝度の個別のコントロールには、プログラミング可能デューティサイクル（8 ビット、256 ステップ）の 31.25 kHz 固定周波数シグナルを使用します。

このシグナルのトップには、下記いずれかのシグナルをスーパーインポーズできます（カウントは 0 から始まるので、このシグナルは LED0 から LED15 の 16 つの LED 出力コントロールレジスタに適用可能）。

- 輝度のグローバルコントロールには、プログラミング可能デューティサイクル（8 ビット、256 ステップ）の 122 Hz 固定周波数シグナルを使用します。
- ブリンキングのグローバルコントロールには、プログラミング可能デューティサイクル（8 ビット、256 ステップ）のプログラミング可能シグナル（15 Hz から 16.8 秒ごと）を使用します。

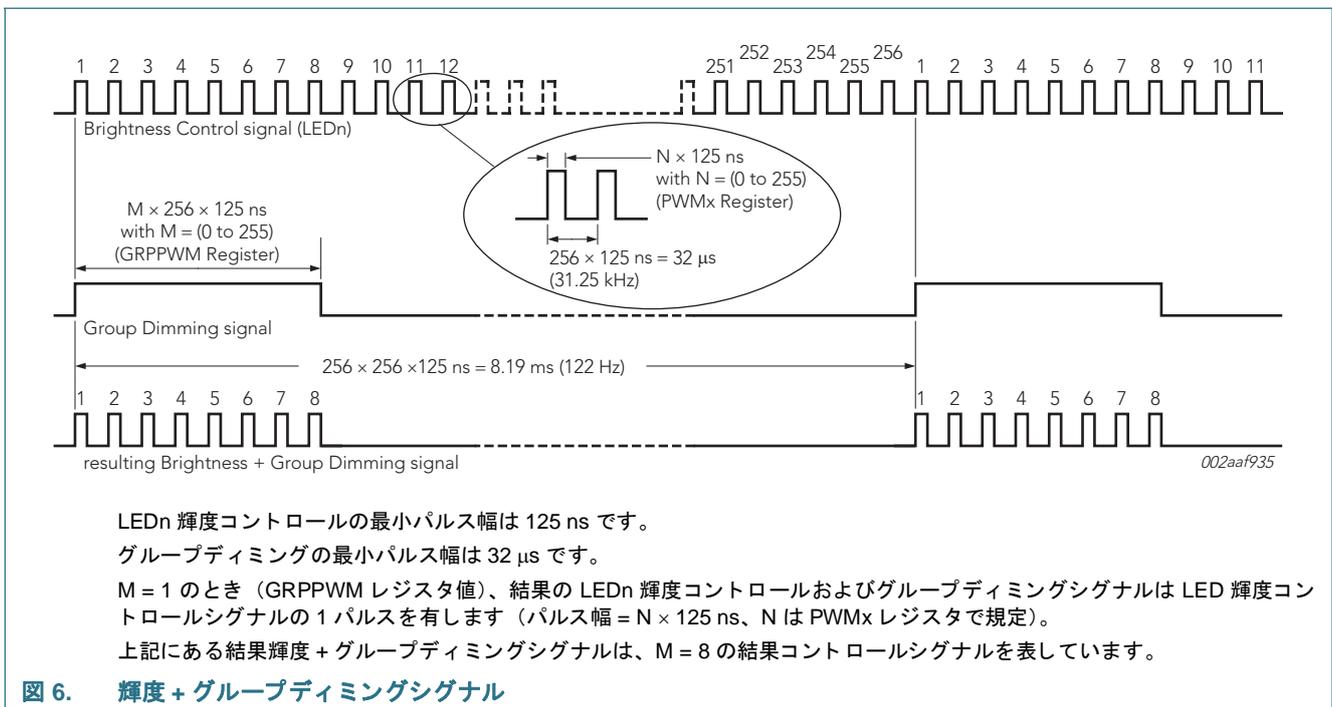


図 6. 輝度 + グループディミングシグナル

8. PCU9655 Ultra Fast-mode I²C バスの特性

PCU9655 コントローラは、新しい Ultra Fast-mode (UFm) I²C バスを使用して UFm I²C バス対応ホストコントローラと通信します。Standard mode および Fast-mode Plus (Fm+) I²C バスと同様に、通信には 2 ラインを使用します。2 ラインとは、シリアルデータライン (USDA) とシリアルクロックライン (USCL) です。UFm は単方向バスで、より高い周波数をサポートできます (最大 5 MHz)。この UFm I²C バススレーブデバイスは受信専用モードで動作し、PCU9655 への I²C の書込みのみがサポートされています。

8.1 ビット伝送

クロックパルスごとに 1 データビットが伝送されます。クロックパルスが HIGH の間 USDA ラインは安定していることが必要で、この間にデータラインに変動があるとコントロールシグナルであると判断されます (図 7 を参照)。

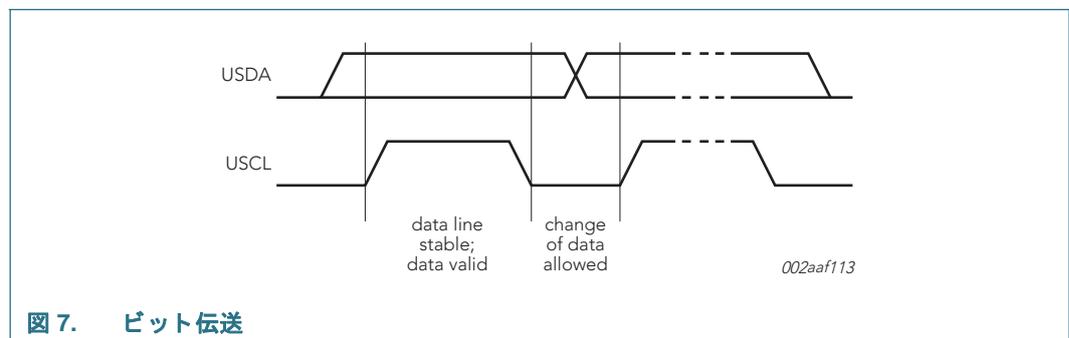


図 7. ビット伝送

8.1.1 START 条件および STOP 条件

バスがビジーでないとき、データラインとクロックラインはどちらも HIGH であることが必要です。クロックが HIGH の間におけるデータラインの HIGH から LOW への移行は、START 条件として定義されます (S)。クロックが HIGH の間におけるデータラインの LOW から HIGH への移行は、STOP 条件として定義されます (P) (図 8 を参照)。

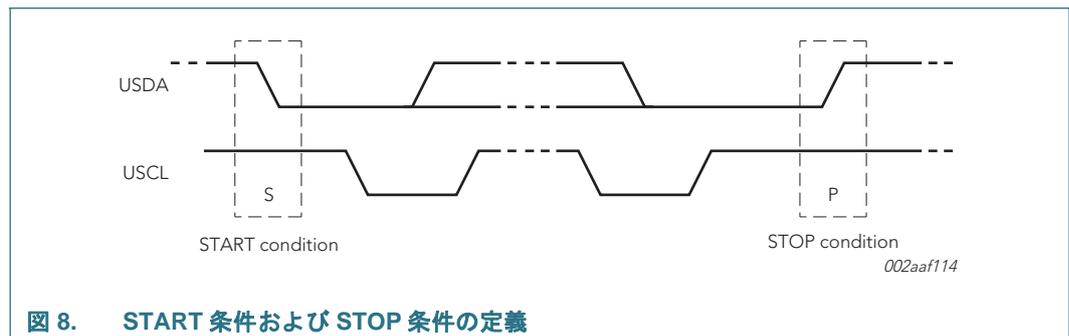


図 8. START 条件および STOP 条件の定義

8.2 システムコンフィギュレーション

メッセージを生成するデバイスをトランスミッタと呼び、これを受信するデバイスをレシーバと呼びます。メッセージをコントロールするデバイスはマスタで、マスタがコントロールするデバイスをスレーブと呼びます (図 9 を参照)。

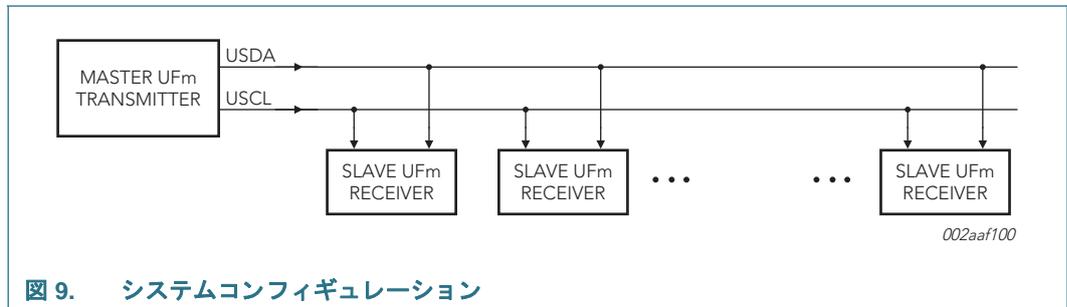


図 9. システムコンフィギュレーション

8.3 データ伝送

START 条件と STOP 条件の間にトランスミッタからレシーバに伝送されるデータバイト数に制限はありません。8 ビットで構成される各バイトには、常に “1” である 1 ビットが続きます。マスタは追加の関連クロックパルスを生成します。

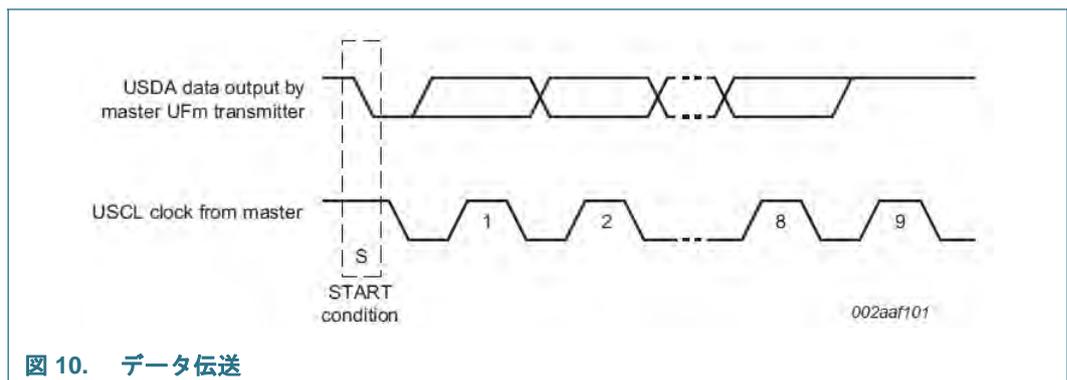
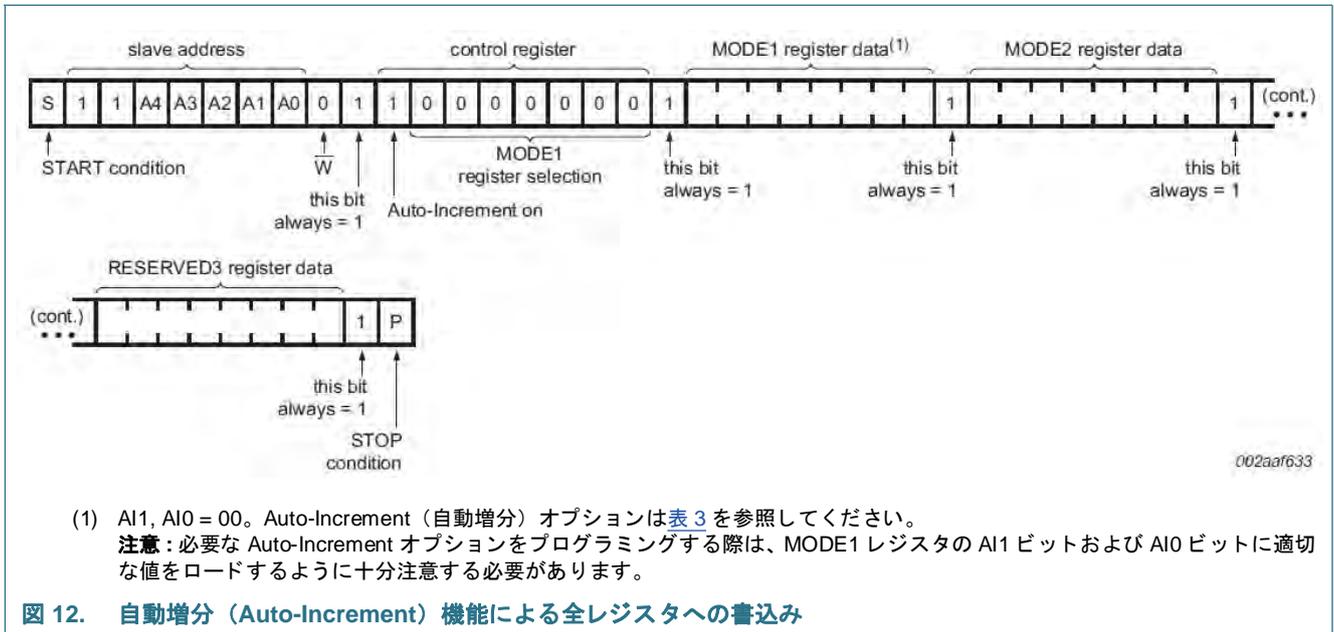
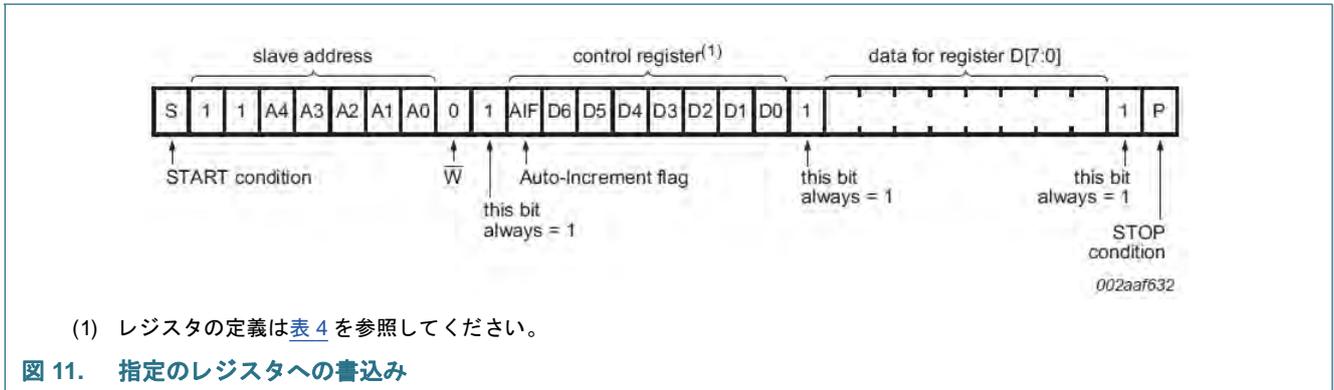
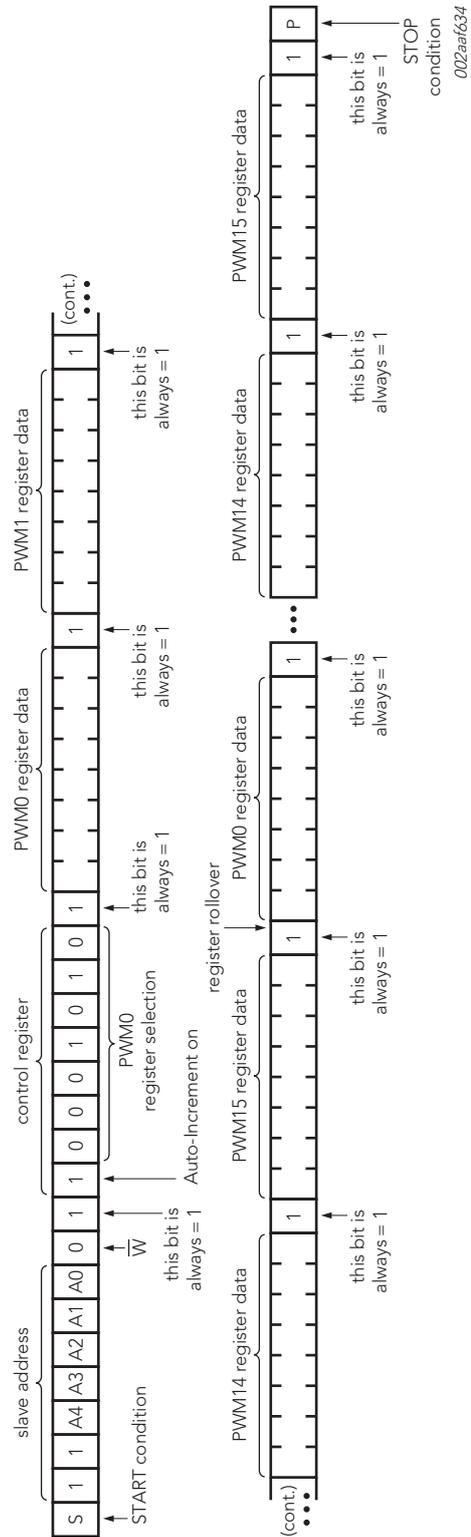


図 10. データ伝送

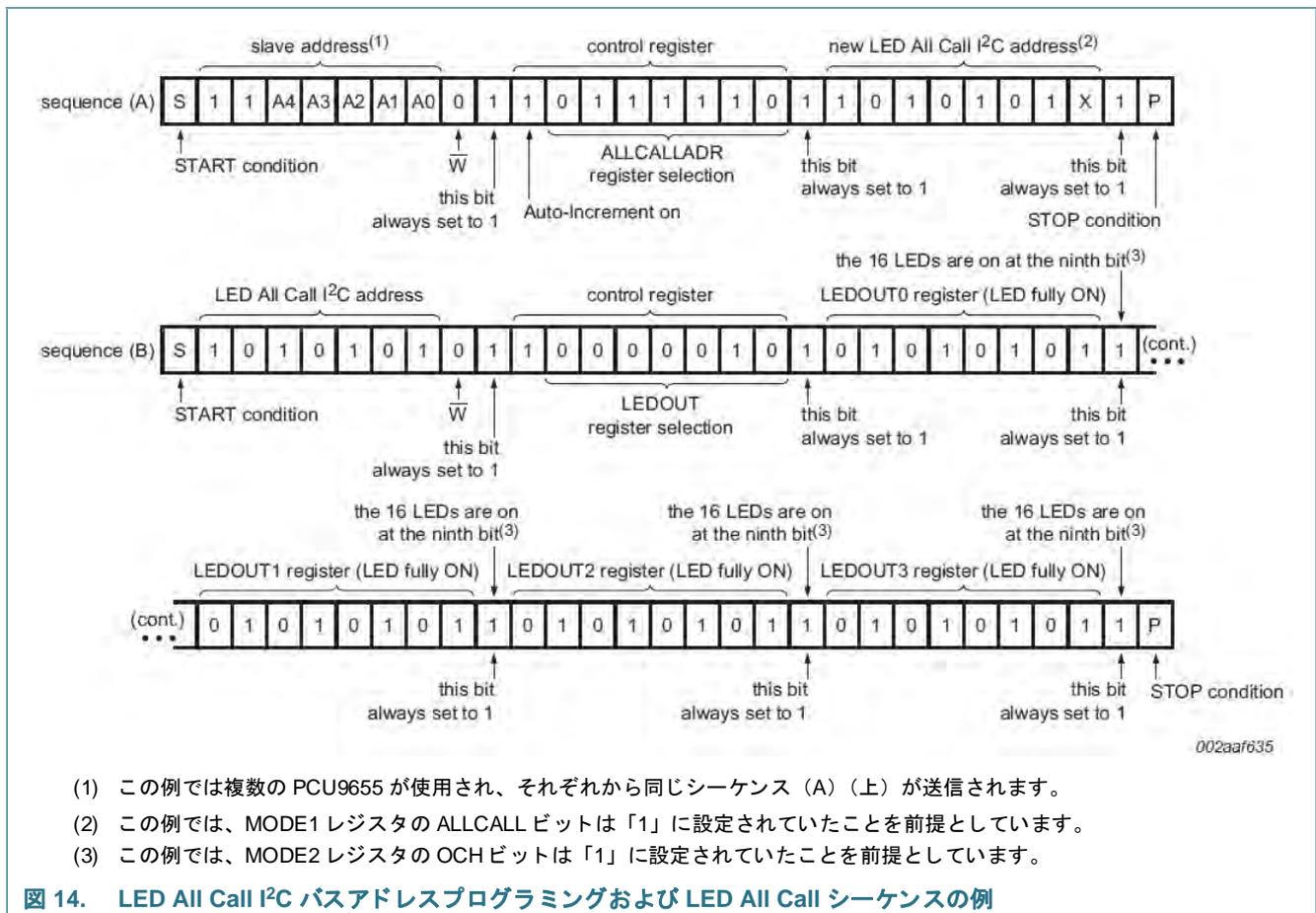
9. バスランザクション





この例では AIF + A[1:0] = 101b であることを前提としています。

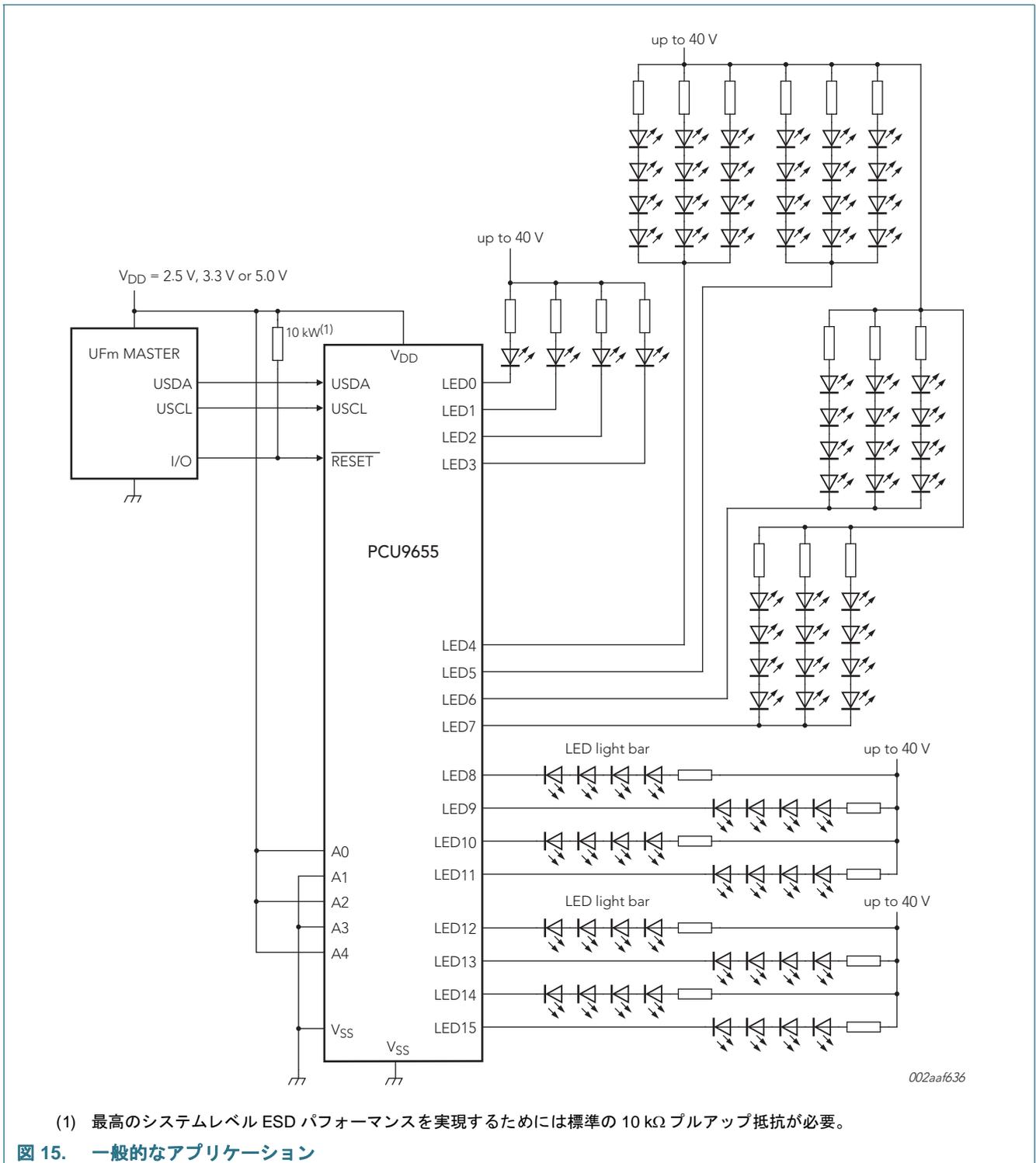
図 13. 自動増分 (Auto-Increment) 機能のみによる個々の輝度コントローラへの複数書き込み



- (1) この例では複数の PCU9655 が使用され、それぞれから同じシーケンス (A) (上) が送信されます。
- (2) この例では、MODE1 レジスタの ALLCALL ビットは「1」に設定されていたことを前提としています。
- (3) この例では、MODE2 レジスタの OCH ビットは「1」に設定されていたことを前提としています。

図 14. LED All Call I2C バスアドレスプログラミングおよび LED All Call シーケンスの例

10. アプリケーション デザインイン情報



10.1 熱に関する考慮点

PCU9655 デバイスは 16 の電圧スイッチを内蔵するので、過熱によるシャットダウンを避けるため、熱についていくつかの点を考慮する必要があります。

一定のアプリケーション条件下で動作中に熱シャットダウンが発生しないようにするため、ジャンクション温度 (T_j) を計算し、過熱上限値 (125 °C) 未満に抑えるようにする必要があります。デバイスのジャンクション温度は外気温度 (T_{amb})、デバイスの許容損失 (P_{tot})、熱抵抗によって変わってきます。

デバイスのジャンクション温度は次の計算式で求められます。

$$T_j = T_{amb} + R_{th(j-a)} \times P_{tot} \quad (4)$$

ただし

T_j = ジャンクション温度

T_{amb} = 外気温度

$R_{th(j-a)}$ = ジャンクションから外気までの熱抵抗

P_{tot} = (デバイスの) 総電力損失

計算の例を下記に示します。

条件 :

$T_{amb} = 50 \text{ °C}$

$R_{th(j-a)} = 65 \text{ °C/W}$ (マルチレイヤ PCB の JEDEC 51 標準に基づく)

$I_{LED} = 100 \text{ mA}$ / チャネル

$I_{DD(max)} = 12 \text{ mA}$

$V_{DD} = 5 \text{ V}$

P_{tot} の計算 :

$P_{tot} = IC_power + LED\ drivers_power;$

$IC_power = (I_{DD} \times V_{DD})$

$IC_power = (0.012 \text{ A} \times 5 \text{ V}) = 0.06 \text{ W}$

$LED\ drivers_power = 16 \times (I_{LED}^2 \times R_{on})$

$LED\ drivers_power = 16 \times ((0.1 \text{ A})^2 \times 5 \Omega) = 0.8 \text{ W}$

$P_{tot} = 0.06 \text{ W} + 0.8 \text{ W} = 0.86 \text{ W}$

T_j の計算 :

$T_j = T_{amb} + R_{th(j-a)} \times P_{tot}$

$T_j = 50 \text{ °C} + (65 \text{ °C/W} \times 0.86 \text{ W}) = 105.9 \text{ °C}$

これによって、ジャンクション温度が過熱の最低しきい値を下回るようにし、このような状況下で熱シャットダウンが発生しないようにできます。

ジャンクションから外気の熱抵抗値 ($R_{th(j-a)}$) は PCB のデザインによって大きく変わります。したがって、デバイスピンには PCB の銅領域を十分広く持つようにし、適切に放熱されるようにする必要があります (JEDEC 51 標準と同様)。また放熱の効果を高められるように多層型 PCB デザインで熱ビアを使用します。

最後に重要な点として、この計算はあくまでも参考なので、実際のアプリケーション環境と条件下で評価を実行し、適切なシステム動作環境を確認する必要があります。

11. 絶対最大定格

表 15. 絶対最大定格
絶対最大定格 (IEC 60134) に基づく

シンボル	パラメータ	条件	最小	最大	単位
V_{DD}	電源電圧		-0.5	+6.0	V
V_{IO}	入力 / 出力ピンの電圧		$V_{SS} - 0.5$	5.5	V
$V_{drv(LED)}$	LED ドライバ電圧		$V_{SS} - 0.5$	40	V
$I_{O(LEDn)}$	ピン LEDn の出力電流		-	105	mA
I_{SS}	グランド電源電流	per V_{SS} pin	-	1.0	A
I_{lu}	ラッチアップ電流	JESD	[1] -	90	mA
P_{tot}	許容損失	$T_{amb} = 25\text{ °C}$	-	1.54	W
		$T_{amb} = 85\text{ °C}$	-	0.61	W
T_{stg}	保存温度		-65	+150	°C
T_{amb}	動作温度	動作中	-40	+85	°C
T_j	ジャンクション温度		-40	+125	°C

[1] A2、A3 は Class II、Level B。他のすべてのピンは Class II、Level A (± 100 mA)。

12. 熱特性

表 16. 熱特性

シンボル	パラメータ	条件	標準	単位
$R_{th(j-a)}$	ジャンクションから外気への熱抵抗	TSSOP28	[1] 65	°C/W

[1] マルチレイヤ PCB の JEDEC 51 標準に基づく。

13. 電気的特性

表 17. 電気的特性

$V_{DD} = 3\text{ V to } 5.5\text{ V}$; $V_{SS} = 0\text{ V}$; $T_{amb} = -40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$; 他に特に指定がない限り

シンボル	パラメータ	条件	最小	標準	最大	単位
Supply						
V_{DD}	電源電圧		3	-	5.5	V
I_{DD}	電源電流	ピン V_{DD} ; 動作モード; ロードなし; $f_{SCL} = 5\text{ MHz}$				
		$V_{DD} = 3.3\text{ V}$	-	6.5	16	mA
		$V_{DD} = 5.5\text{ V}$	-	7.0	16	mA
I_{stb}	待機電流	ピン V_{DD} ; ロードなし; $f_{SCL} = 0\text{ Hz}$; $MODE1[4] = 1$; $V_I = V_{DD}$				
		$V_{DD} = 3.3\text{ V}$	-	550	950	μA
		$V_{DD} = 5.5\text{ V}$	-	55	950	μA
V_{POR}	パワーオンリセット電圧	ロードなし; $V_I = V_{DD}$ または V_{SS}	-	2.65	2.8	V
V_{PDR}	パワーダウンリセット電圧	ロードなし; $V_I = V_{DD}$ または V_{SS}	[1] 0.8	1.25	-	V
入力 USCL; 入力 USDA						
V_{IL}	LOW レベル入力電圧		-0.5	-	+0.3 V_{DD}	V
V_{IH}	HIGH レベル入力電圧		0.7 V_{DD}	-	5.5	V
I_L	リーク電流	$V_I = V_{DD}$ または V_{SS}	-1	-	+1	μA
C_i	入力容量	$V_I = V_{SS}$	-	6	10	pF
LED ドライバ出力 (LED[15:0])						
$V_{drv(LED)}$	LED ドライバ電圧		0	-	40	V
$I_{L(off)}$	オフステートリーク電流	$V_O = 40\text{ V}$	-1	-	+1	μA
R_{on}	オンステート抵抗	$I_O = 100\text{ mA}$; $V_{DD} = 3\text{ V}$	-	2	5.0	Ω
V_{trip}	トリップ電圧		[2][3] -	$2\frac{2}{3}V_{DD}$	-	V
I_{Olim}	出力電流限度	$V_O = 3\text{ V}$; $V_{DD} = 5\text{ V}$	-	0.4	0.6	A
C_o	出力容量		-	2.5	5	pF
アドレス入力、RESET 入力						
V_{IL}	LOW レベル入力電圧		-0.5	-	+0.3 V_{DD}	V
V_{IH}	HIGH レベル入力電圧		0.7 V_{DD}	-	5.5	V
I_{LI}	入力リーク電流		-1	-	+1	μA
C_i	入力容量		-	3.7	5	pF
過熱保護						
$T_{th(otp)}$	過熱保護しきい温度	上昇	125	-	150	$^\circ\text{C}$
T_{hys}	ヒステリシス温度	ヒステリシス	-	20	-	$^\circ\text{C}$

[1] パーツのリセットには V_{DD} を 0.8 V に下げる必要があります。

[2] スイッチ全体を通じた最大オンステート電圧

[3] ショート条件 ($V_{LED} > \frac{2}{3}V_{DD}$) で LEDn 出力が 100% デューティサイクルに設定されている場合、出力は次の POR までラッチオフとなります。LEDn 出力がデューティサイクルにある場合 (PWM デューティサイクル < 100%)、出力はショート条件の間 ($V_{LED} > \frac{2}{3}V_{DD}$) に is がオンとなった後オフとなります (300 ns)

14. 動的特性

表 18. 動的特性

すべてのタイミング値は動作電源電圧および外気温度範囲内で有効; $V_{DD} = 3 V \pm 0.2 V$ および $5.5 V \pm 0.3 V$; $T_{amb} = -40 \text{ }^\circ\text{C}$ から $+85 \text{ }^\circ\text{C}$; V_{IL} および V_{IH} を参照 (V_{SS} から V_{DD})

シンボル	パラメータ	条件	最小	標準	最大	単位
f_{USCL}	USCL クロック周波数		[1] 0	-	5	MHz
t_{BUF}	STOP および START 条件間のバスのフリー時間		0.08	-	-	μs
$t_{HD;STA}$	ホールド時間 (Repeated) START 条件		0.05	-	-	μs
$t_{SU;STA}$	Repeated START 条件のセットアップ時間		0.05	-	-	μs
$t_{SU;STO}$	STOP 条件のセットアップ時間		0.05	-	-	μs
$t_{HD;DAT}$	データホールド時間		10	-	-	ns
$t_{SU;DAT}$	データセットアップ時間		30	-	-	ns
t_{LOW}	USCL クロックの LOW 期間		50	-	-	ns
t_{HIGH}	USCL クロックの HIGH 期間		50	-	-	ns
t_f	USDA シグナルと USCL シグナルの立下り時間		-	-	50	ns
t_r	USDA シグナルと USCL シグナルの立上り時間		-	-	50	ns
t_{SP}	入カフィルタで抑制する必要があるスパイクの パルス幅		-	-	10	ns

- [1] 最小 USCL クロック周波数はバスタイムアウト機能により制限されます。この機能では、USDA または USCL が最低 25 ms の間 LOW でホールドされた場合に、シリアルバスインターフェースがリセットされます。DC 動作用にバスタイムアウト機能をオフにしてください。

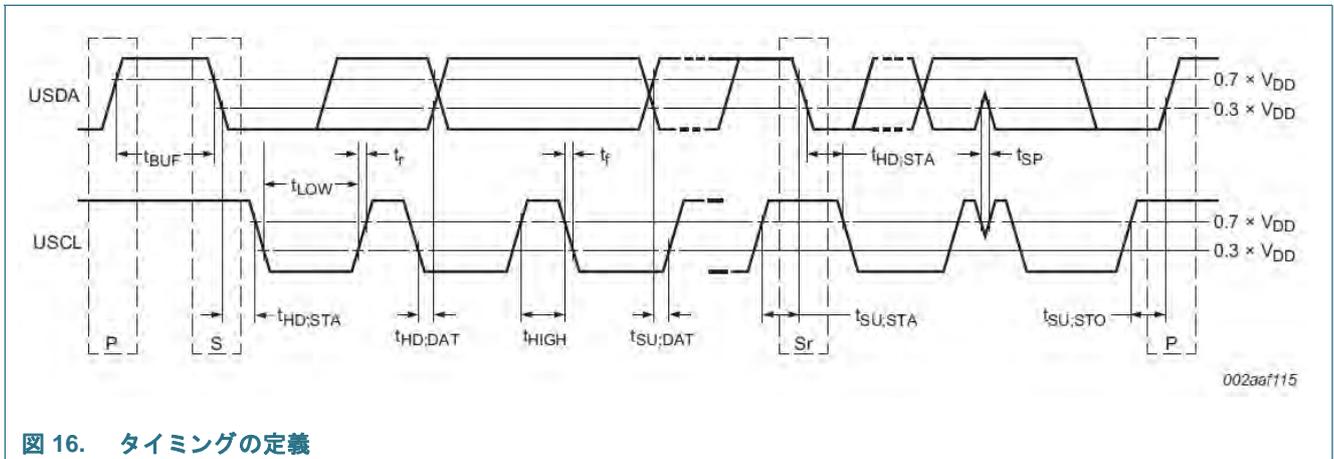
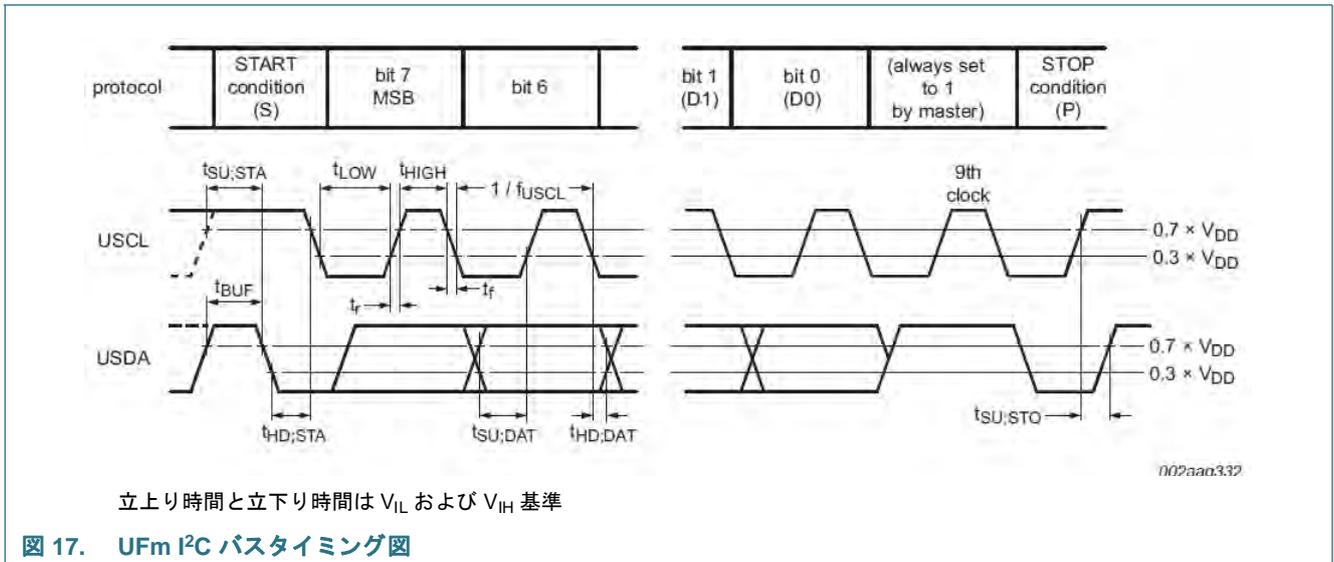
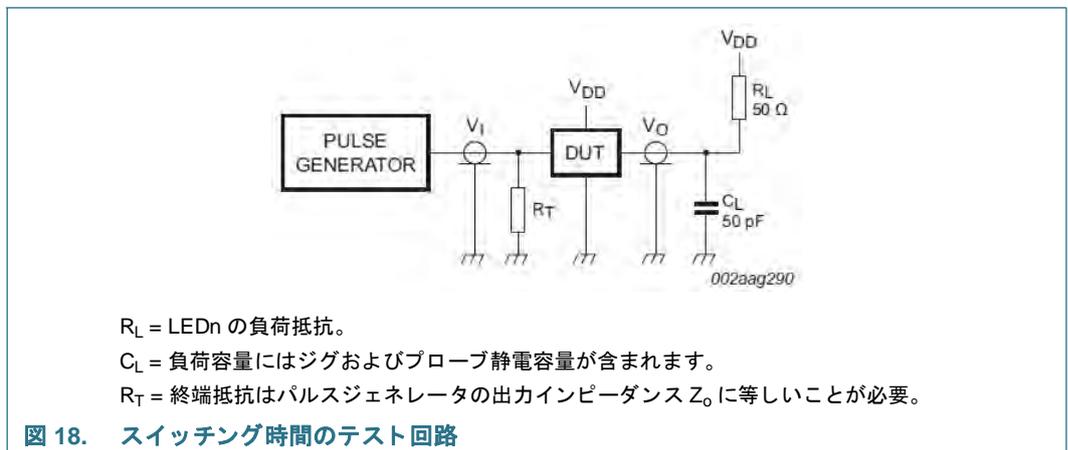


図 16. タイミングの定義



15. テスト情報



16. パッケージ外形

TSSOP28: plastic thin shrink small outline package; 28 leads; body width 4.4 mm

SOT361-1

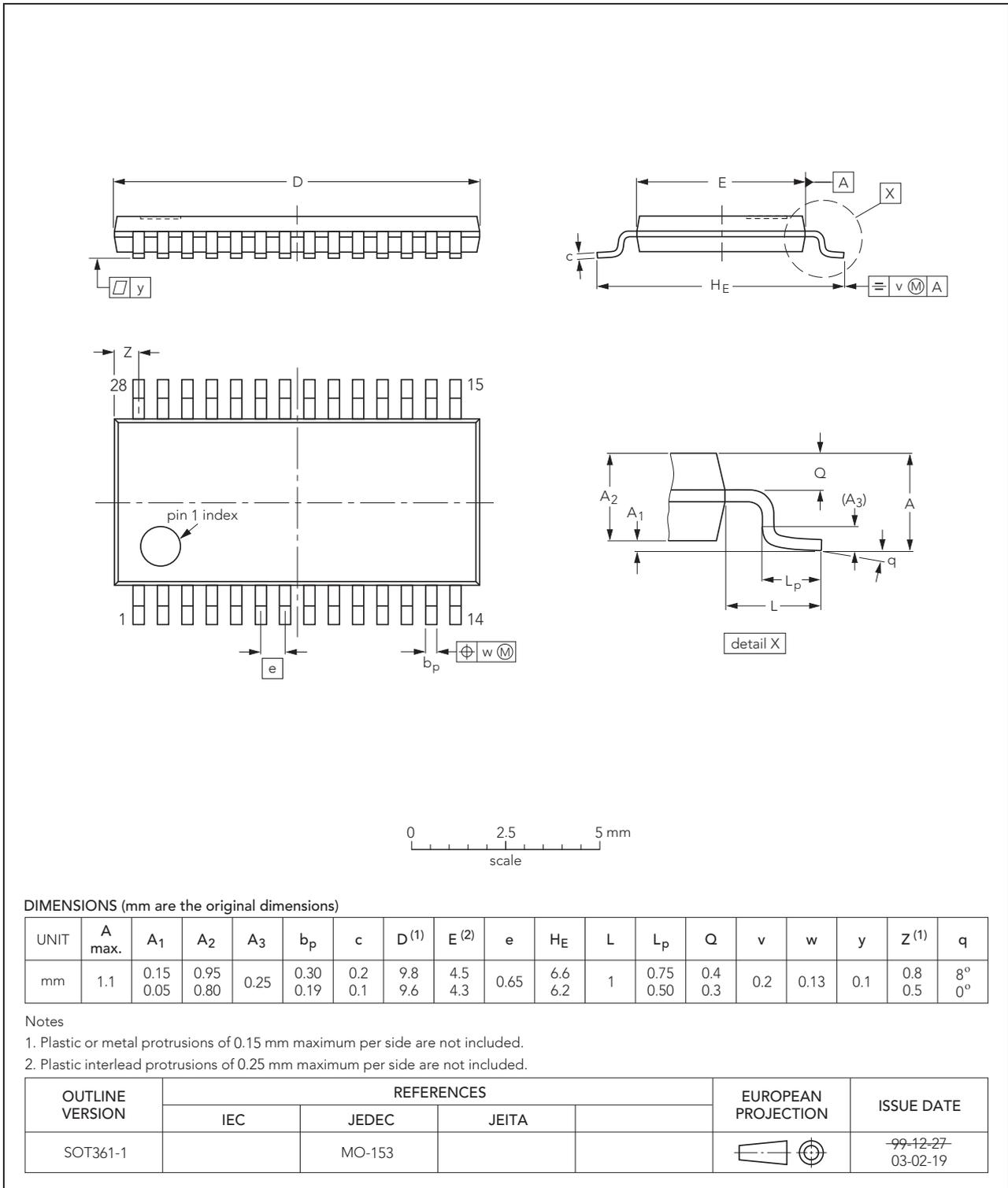


図 19. SOT361-1 (TSSOP28) パッケージ外形

17. 取扱いに関する情報

すべての入力ピンと出力ピンは、通常の取扱い環境下で ESD（静電放電）から保護されます。取扱いにおいて、JESD625-A または同等の標準の規定にしたがって適切な注意を払うことが必要です。

18. SMD パッケージのはんだ付け

ここでは、複雑なテクノロジーの概略を非常に簡単に説明します。IC のはんだ付けに関する詳細は、アプリケーションノート AN10365 『Surface mount reflow soldering description』を参照してください。

18.1 はんだ付けの概要

はんだ付けは、PCB（プリント基板）にパッケージを固定して電子回路を作成する最も一般的な方法の 1 つです。はんだ付けされた部分は物理的・電氣的の両方で接続されます。すべての IC パッケージに理想的な単一のはんだ付け方法はありません。たとえばウェーブ方式は 1 枚のプリント配線基板にスルーホールと SMD（表面実装デバイス）がある場合に好まれる方法ですが、ファインピッチ SMD に適した方法ではありません。また小型化の進展に伴い使われるようになったリフロー方式は、スモールピッチおよび高密度に適した方法です。

18.2 ウェーブ方式とリフロー方式

ウェーブはんだ付けははんだ浴中の波面に接触通過させてはんだ付けする方法で、次の場合に適しています。

- スルーホールコンポーネント
- PCB 表面に実装するリード SMD またはリードレス SMD

ウェーブ方式ではんだ付けできない SMD もあります。はんだボール付きのパッケージやボディの下にはんだランドがある一部のリードレスパッケージなどは、この方式を適用できません。またリード付き SMD でリードのピッチが 0.6mm より狭いものは、ブリッジの恐れが高まるためウェーブ方式を使えません。

リフロー方式はプリント基板にはんだペーストを印刷し、その上に部品を載せてから熱を加えてはんだを溶かす方法で、リード付きパッケージ、はんだボール付きパッケージ、リードレスパッケージに適用できます。

ウェーブ方式とリフロー方式の両方の主な特性は次のとおりです。

- 基板の仕上げ、はんだマスク、バイアを含む基板の仕様
- はんだシーフおよび方向を含むパッケージのフットプリント
- 湿度に対するパッケージの感度レベル
- パッケージ配置
- 検査および修理
- リードフリーはんだ対 SnPb はんだ

18.3 ウェーブはんだ付け

ウェーブ方式の主な特性は次のとおりです。

- 接着剤およびフラックスの適用、リードのクリンチ、基板の輸送、はんだウェーブパラメータ、コンポーネントをはんだ浴の波面に接触させる時間など、プロセスに関する課題

- 温度および不純物を含むはんだ浴の仕様

18.4 フロー方式

リフロー方式の主な特性は次のとおりです。

- リードフリー対 SnPb はんだ – 通常、リードフリーのリフロープロセスは SnPb プロセスに比べて最低ピーク温度が高くなるので (図 20 を参照)、プロセスウィンドウが狭くなります。
- 汚れ、リリース、1 枚の基板上に大きさが異なるコンポーネントが混在する場合のプロセスウィンドウの調整などはんだペーストの印刷に関わる課題。
- プリヒート、リフロー (基板をピーク温度まで加熱)、クールダウンを含むリフロー温度プロファイル。高い信頼性ではんだ付けを行うには、ピーク温度を十分高くする必要があります (はんだペースト特性)。同時に、ピーク温度はパッケージか基板またはその両方がダメージを受けないレベルの低さであることも必要です。パッケージのピーク温度はパッケージの厚さと体積に左右されます (表 19 および 20 を参照)。

表 19. SnPb 共晶プロセス (J-STD-020C より)

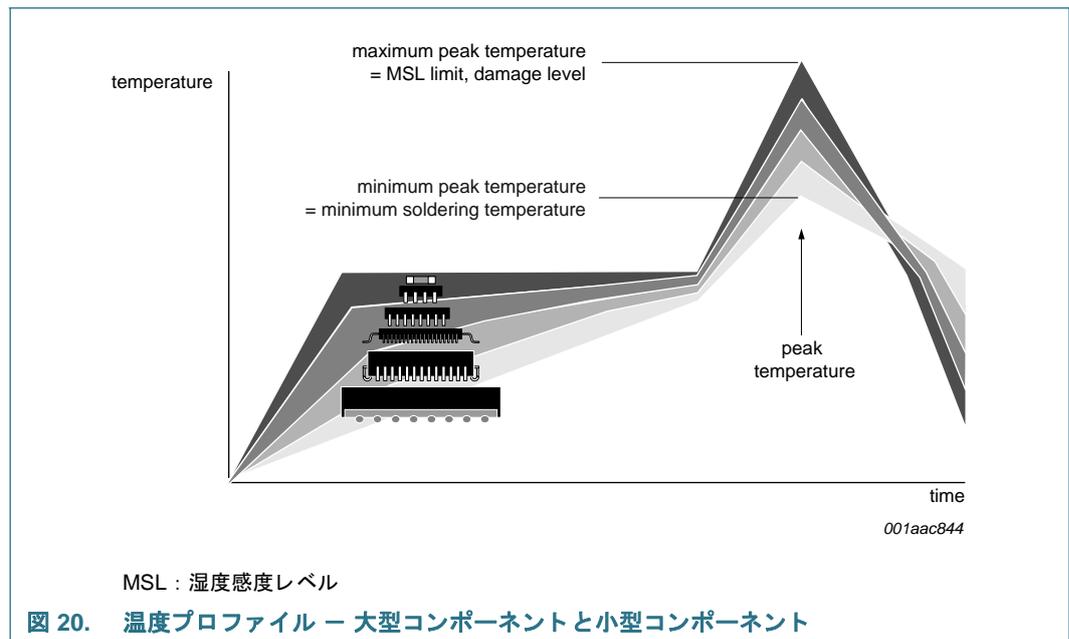
パッケージの厚さ (mm)	パッケージリフロー温度 (°C)	
	体積 (mm ³)	
	< 350	≥ 350
< 2.5	235	220
≥ 2.5	220	220

表 20. リードフリープロセス (J-STD-020C より)

パッケージの厚さ (mm)	パッケージリフロー温度 (°C)		
	体積 (mm ³)		
	< 350	350 から 2000	> 2000
< 1.6	260	260	260
1.6 to 2.5	260	250	245
> 2.5	250	245	245

パッキングに記載されている湿度感度に関する注意事項を必ず守ることが必要です。

リフローはんだ付けの場合、小型パッケージの方が温度が高くなるという調査結果が出ています (図 20 を参照)。



温度プロファイルの詳細は、アプリケーションノート AN10365 『Surface mount reflow soldering description』を参照してください。

19. 略語

表 21. 略語

頭字語	説明
CDM	Charged-Device Model (デバイス帯電モデル)
DUT	Device Under Test (テスト中デバイス)
ESD	ElectroStatic Discharge (静電放電)
FET	Field-Effect Transistor (電界効果トランジスタ)
HBM	Human Body Model (人体モデル)
I ² C-bus	Inter-Integrated Circuit バス
LED	発光ダイオード
LCD	液晶ディスプレイ
LSB	最下位ビット
MSB	最上位ビット
NMOS	N 型金属酸化膜半導体
PCB	プリント回路基板
PMOS	P 型金属酸化膜半導体
PWM	パルス幅変調
RGB	赤 / 緑 / 青
RGBA	赤 / 緑 / 青 / アンバー
SMBus	システム管理バス
UFm	Ultra Fast mode

20. 参考資料

- [1] AN10897, “A guide to designing for ESD and EMC” — NXP Semiconductors
- [2] AN11131, “How to improve system level ESD performance” — NXP Semiconductors

21. 改訂履歴

表 22. 改訂履歴

文書 ID	発行日	データシートステータス	変更通知	旧版
PCU9655 v.1	20111117	製品データシート	-	-

22. 法務関連情報

22.1 データシートステータス

文書ステータス [1][2]	製品ステータス [3]	定義
目標 [簡略版] データシート	開発	この文書には、製品開発について客観的な仕様からのデータが含まれています。
準備 [簡略版] データシート	適格性評価	この文書には準備仕様からのデータが含まれています。
製品 [簡略版] データシート	生産	この文書には製品仕様が含まれています。

[1] デザインを開始する前または完了する前に、最新の文書を確認してください。

[2] 簡略版データシートの詳細は下記「定義」を参照してください。

[3] 本文書に記載されているデバイスの製品ステータスは、本文書の発行後に変更されている場合があります。また、複数のデバイスの場合に異なる場合があります。製品のステータスに関する最新情報はインターネットで確認できます (<http://www.nxp.com>)。

22.2 定義

ドラフト — 文書はドラフトバージョンとしての意味しか持たず、その内容は社内でチェック中であるとともに正式な承認が必要であるため、変更されたり追加されたりする場合があります。NXP セミコンダクターズは本文書に含まれている情報の正確性および完全性を主張または保証せず、本文書に含まれている情報を使用したことによって生じた結果に対していかなる責任も負いません。

簡略版データシート — 同じ製品タイプ番号とタイトルの完全版データシートからの抜粋です。簡単な参照用としての役割のみを果たし、完全な詳細情報は含まれていません。完全な詳細情報を網羅している完全版データシートは、お近くの NXP セミコンダクターズ オフィスまでお問い合わせください。完全版と簡略版の間に差異や不一致部分がある場合、完全版データシートが適用されます。

製品仕様 — 製品データシートに記載されている情報とデータは、NXP セミコンダクターズおよび顧客が別途書面で明示的に同意している場合を除き、NXP セミコンダクターズと顧客の間で合意されている製品の仕様を規定します。ただし、NXP セミコンダクターズの製品が製品データシートに記載されている以上の機能および品質を提供するとされている合意はいかなる状況においても無効です。

22.3 免責条項

保証および責任の限度 — NXP セミコンダクターズは本文書内の情報が正確で信頼できるものであると考えていますが、明示的であるか暗示的であるかを問わず、これらの情報の正確性または完全性についていかなる主張または保証もせず、これらの情報を使用したことによって生じた結果に対していかなる責任も負いません。

間接的、偶発的、懲罰的、特別または結果的であるかに関係なくいかなる損害についても、また係る損害が不正行為（過失を含む）、保証、契約または他の法的理論の違反によって生じた場合であっても、NXP セミコンダクターズは一切の責任を負いません。このような損失には収益の逸失、預金の損失、事業の中断、製品の撤去や交換関連するコストまたは再作業費用などが含まれますが、これらだけに限られません。

何らかの理由により顧客が損害を被った場合、本文書に記載されている製品について顧客に対する NXP セミコンダクターズの累積的なすべての責任の上限は、NXP セミコンダクターズの「商業販売条件」の規定に準拠するものとします。

変更の権利 — NXP セミコンダクターズは、本文書で公開されている情報を通知なくいつでも変更する権利を有します。これには仕様および製品の説明が含まれますが、これらだけに限られません。本文書は、本文書の発行前に提供されたすべての情報に優先し、これらに替わるものとなります。

使用適合性 — NXP セミコンダクターズの製品は人命支援、人命や安全に関わるシステムまたは設備での使用、また NXP セミコンダクターズ製品のエラーまたは不具合が個人の死傷または財産もしくは環境への深刻な損害につながるものが合理的に予測されるアプリケーションに対して適した製品として設計、承認、保証されていません。NXP セミコンダクターズは、このような設備やアプリケーションにおける NXP セミコンダクターズ製品の使用に

対していかなる責任も負わず、係る状況での使用に対するリスクは顧客が負うものとなります。

アプリケーション — 本文書に記載されているこれらの製品のアプリケーションは説明のみを目的としたものであり、NXP セミコンダクターズはさらなるテストや改修なしに係るアプリケーションが特定の用途に適しているかどうかについていかなる主張も保証もしません。— 顧客は NXP セミコンダクターズの製品を使用したアプリケーションおよび製品のデザインと作業に対する責任を負い、NXP セミコンダクターズはアプリケーションおよび顧客の製品デザインへの支援に対していかなる責任も負いません。顧客の予定しているアプリケーションと製品、またサードパーティとなる顧客の顧客が予定しているアプリケーションに NXP セミコンダクターズの製品が適しているかどうか、その判断に対する全責任は顧客が負うものとします。係るアプリケーションおよび製品に関するリスクを最小限に抑えるため、顧客はデザインおよび作業に対して適切な安全対策を講じる必要があります。

NXP セミコンダクターズは、顧客のアプリケーションまたは製品もしくはサードパーティとなる顧客の顧客のアプリケーションまたは使用における欠陥や怠慢に起因するすべての怠慢、損害、コスト、問題に対していかなる責任も負いません。顧客は、顧客またはその顧客のアプリケーションおよび製品の不具合を避けるため、NXP セミコンダクターズの製品を使用したアプリケーションおよび製品について必要なすべてのテストを実施する責任を負います。係る状況について、NXP はいかなる責任も負いません。

絶対最大定格 — 1 つまたは複数の制限値（IEC60134 の絶対最大定格システムに規定）を超えるストレスは、デバイスの恒久的なダメージの原因となります。制限値はストレス定格のみとしての意味を有し、これらの条件下または推奨動作条件のセクション（ある場合）または本文書にある特性の説明に記載されている制限値を超えた（適切な）使用についての保証はありません。制限値で常時動作している場合もしくは制限値での動作が頻繁に繰り返された場合、デバイスの品質と信頼性に永続的で元に戻すことのできない影響を与えます。

商業販売条件 — 書面による有効な個別契約に基づいて合意している場合を除き、NXP セミコンダクターズ製品の商業販売は <http://www.nxp.com/profile/terms> に公開されている条件にしたがって販売されます。個別契約が結ばれた場合は、係る契約の条件のみが適用されます。顧客による NXP セミコンダクターズ製品の購入に関し、顧客が定める一般条件を適用することを NXP セミコンダクターズはここに明示的に拒否します。

販売またはライセンス提供の提案 — 本文書のいかなる部分も、いずれの著作権、特許もしくは他の工業所有権または知的財産権においても、オープンに提供または供与できる製品の販売、ライセンスの譲渡や関与を提案するものとして理解または解釈することはできません。

輸出規制 — 本文書および記載されている項目は、輸出管理法規の適用を受けられる場合があります。輸出に際し、各国規制当局の事前許可が必要な場合があります。

車載環境に対する製品の非適格性 — 特定の NXP セミコンダクターズ製品が車載環境向けの製品である本データシートに明示的に記述されている場合を除き、本製品は車載環境での使用に適した製品ではありません。本製品は車載環境のテストまたはアプリケーション要件にしたがってテストされていないとともに、これらの要件に対する適格性も持ち合わせていません。車載環境に非適格な製品を車載設備やアプリケーションに含めたり使用したりした場合、NXP セミコンダクターズはいかなる責任も負いません。

顧客が本製品をデザインインに使用し自動車仕様および規格にしたがい車載アプリケーションで使用する場合、顧客は (a) 係る車載アプリケーション、使用、仕様について NXP セミコンダクターズからの本製品に対する保証なしに使用し、(b) NXP セミコンダクターズの仕様に含まれていない車載アプリケーションに本製品を使用した場合、その全責任を負い、(c) NXP セミコンダクターズの標準保証および製品仕様に含まれていない車載アプリケーションでの NXP セミコンダクターズ製品の使用およびデザインによって生じたすべての義務、損害、不具合の生じた製品の賠償請求から NXP セミコンダクターズを完全に保護するものとします。

22.4 商標

注意：本文書に記載されているすべてのブランド、製品名、サービス名、商標はそれぞれの所有者の知的財産です。

I²C-bus — ロゴは NXP B.V. の商標です。

23. お問い合わせ先

詳細は弊社 Web サイトをご覧ください: <http://www.jp.nxp.com/#/homepage>

お近くのオフィスの住所については電子メールでお問合せください: salesaddresses@nxp.com

24. 目次

1	はじめに	1	14	動的特性	26
2	特徴およびメリット	2	15	テスト情報	27
3	アプリケーション	3	16	パッケージ外形	28
4	オーダー関連情報	3	17	取扱いに関する情報	29
5	ブロック図	3	18	SMD パッケージのはんだ付け	29
6	ピンニング情報	4	18.1	はんだ付けの概要	29
6.1	ピンニング	4	18.2	ウェーブ方式とリフロー方式	29
6.2	ピンの説明	4	18.3	ウェーブはんだ付け	29
7	機能説明	5	18.4	フロー方式	30
7.1	デバイスアドレス	5	19	略語	31
7.1.1	通常の UFm I ² C スレーブアドレス	5	20	参考資料	32
7.1.2	LED All Call UFm I ² C バスアドレス	6	21	改訂履歴	32
7.1.3	LED Sub Call Ufm I ² C バスアドレス	6	22	法務関連情報	33
7.2	コントロールレジスタ	6	22.1	データシートステータス	33
7.3	レジスタの定義	8	22.2	定義	33
7.3.1	MODE1 — モードレジスタ 1	9	22.3	免責条項	33
7.3.2	MODE2 — モードレジスタ 2	9	22.4	商標	34
7.3.3	LEDOUT0 から LEDOUT3、LED ドライバ出力ステータス	10	23	お問合せ先	34
7.3.4	GRPPWM、グループデューティサイクルコントロール	10	24	目次	35
7.3.5	GRPFREQ、グループ周波数	11			
7.3.6	PWM0 から PWM15、個別輝度コントロール	11			
7.3.7	OFFSET — LEDn 出力遅延オフセットレジスタ	12			
7.3.8	PCU9655 用 SUBADR[3:1] LED Sub Call UFm I ² C バスアドレス	13			
7.3.9	ALLCALLADR、LED All Call I ² C バスアドレス	13			
7.3.10	RESERVED1	14			
7.3.11	RESERVED2, RESERVED3	14			
7.3.12	PWMALL — 全 LEDn 出力の輝度コントロール	14			
7.3.13	過熱保護	14			
7.4	パワーオンリセット	14			
7.5	ハードウェアリセット復旧	14			
7.6	ソフトウェアリセット	15			
7.7	グループディミング / ブリンキングによる個別の輝度コントロール	16			
8	PCU9655 Ultra Fast-mode I ² C バスの特性	17			
8.1	ビット伝送	17			
8.1.1	START 条件および STOP 条件	17			
8.2	システムコンフィギュレーション	18			
8.3	データ伝送	18			
9	バストランザクション	19			
10	アプリケーション デザインイン情報	22			
10.1	熱に関する考慮点	23			
11	絶対最大定格	24			
12	熱特性	24			
13	電気的特性	25			

Please be aware that important notices concerning this document and the product(s) described herein, have been included in section 'Legal information'.

© NXP B.V. 2012.

All rights reserved.

For more information, please visit: <http://www.nxp.com>

For sales office addresses, please send an email to: salesaddresses@nxp.com

Date of release: 2012 年 11 月 17 日

Document identifier: PCU9655